RACCOLTA
D'AUTORI ITALIANI
CHE TRATTANO
DEL MOTO DELL' ACQUE

EDIZIONE QUARTA

ARRICCHITA DI MOLTE COSE INEDITE,
E D' ALCUNI SCHIARIMENTI.

TOMO VII.

BOLOGNA · MDCCCXXIII

DALLA TIPOGRAFIA DI JACOPO MARSIGLI.

OPERE

IDRAULICHE

DI

EUSTACHIO ZANOTTI

ED ALCUNI OPUSCOLI

DI

RUGGIERO BOSCOVICH, E LEONARDO XIMENES

Bologna 1823

Tipografia Marsigli

AL CHIARISSIMO

SIGNOR CAVALIERE

AVVOCATO LUIGI SALINA

Nel pubblicare per la prima volta (*) le opere idrauliche di Eustachio Zanotti, mi corse al pensiero il nome Vostro pregiatissimo, cui venni meco designando d' intitolarle. Da quali ragioni fossi a ciò sospinto mi tacerò per non offendere la severa e ritrosa Vostra modestia. Trapasserò pure sotto silenzio le onorifiche magistrature che avete sostenute, e che tutt' ora sostenete con somma lode, e con pari integrità.

(*) Di Eustachio Zanotti non era alla luce che il *Ragionamento sopra la disposizione dell' alveo dei fiumi verso lo sbocco in mare; e l' Esame del progetto del nuovo Ozzeri*; il primo fu inserito nella Raccolta d' Autori che trattano del Moto delle acque, edizione seconda di Firenze; ed il secondo trovasi in un libro pubblicato in Lucca l' anno 1782, nel quale vi sono altri lavori dei celebri Boscovich, e Ximenes, e che faranno parte di questo volume unitamente ad altre dissertazioni degli stessi Autori.

Non farò parola dell' amor Vostro per l' amena letteratura, in cui versatissimo vi siete mostrato con vari, e moltiplici parti del Vostro ingegno; come non dirò degli studj Vostri nelle scienze le più gravi, in cui quanto siate valente il sanno per prova quelli, che hanno avuto il bene di profittare de' Vostri lumi, e consigli. E a dimostrare in quanta stima siate salito presso i Concittadini Vostri, basterebbe il solo ricordare, che la Società Agronomica si tenne per onorata di avervi a socio e segretario. In vece di tutto questo vorrò piuttosto dirvi che nacque in me speranza di trovare in Voi un fautore, ed amatore del decoro delle patrie cose; e che in ciò ho veduta superata ogni mia aspettazione coll' essermi del favor Vostro cortese nel permettermi, che questi scritti escano alla luce fregiati del nome Vostro. Così io pure mentre vado lieto d' avervi presentato un oggetto sacro al Vostro amor patrio, la gentilezza Vostra mi rassicura del pari, che vorrete in quest' offerta ravvisare e gradire, come ve ne prego, un pegno dell' ossequiosa stima, con cui mi professo

Bologna 22 Luglio 1823.

Devmo Obbligatissimo Servitore
FRANCESCO CARDINALI

OPUSCOLI

E

SCRITTURE IDRAULICHE

DI

EUSTACHIO ZANOTTI

INTORNO LA NAVIGAZIONE
DEL CANALE DI BOLOGNA.

Ai signori Assunti del buon Governo, e Restara.

Non credo che altro oggetto vi sia di tanta importanza al pubblico vantaggio, che meriti d'essere preferito a quello di conservare la navigazione, unica sorgente di quel felice commercio, di cui gode la nostra città, onde non può abbastanza lodarsi la sollecitudine, e lo zelo di chi presiede a quest'opera, o studia di rendere il più che sia possibile spedito, e facile il trasporto delle merci nel nostro canale naviglio; al qual fine vengono ora proposti diversi quesiti ne' termini come segue.

I. Qual sia la cagione dei continui interramenti, che succedono nel fondo del canale naviglio, massimamente dal Bentivoglio fino a Malalbergo, onde trovasi la gabella sottoposta al grave dispendio di rialzare gli argini.

II. Se qualche riparo vi possa essere o per evitare del tutto, o per diminuire un tale disordine; e quale effetto potrebbe aspettarsi, se nel canale fossero introdotte nuove acque torbide.

Non ponno mettersi in dubbio i continui interramenti succeduti nel canale naviglio fin da quando cominciò il Reno, uscito dal proprio letto, a vagare sui nostri terreni. Per questo spandimento dell'acque del fiume ovunque giungevano le torbide, depositandosi il limo, e l'arena, era pur necessario, che seguisse alzamento di fondo. Diminuendosi a questo modo quella capacità atta da principio a contenere le acque del fiume, e degli scoli, dovea insieme alzarsi il pelo della gran valle, ed estendersi l'allagamento sopra i campi all'intorno posti in un livello più alto, che prima erano asciutti. La caduta che avea il canale naviglio sopra la valle, scemando del continuo si rendea vie più incapace di produrre nella corrente quella velocità, che si richiede a spingere oltre la torbida, e ad impedire l'interramento dell'alveo. La ragione dimostra che ciò debba avvenire, e il fatto stesso il comprova. Sappiamo che dalla visita del 1625. fatta da Monsignor Corsini fino al tempo della visita d'Adda e Barberini, cioè del 1693. si trovò la valle di Malalbergo alzata piedi 3; (1) e dal 1693 fino all'anno 1716, cioè al tempo della visita di Monsignor Riviera si trovò accresciuto l'alzamento piedi 2. 9. 9. (2)

(1) Voto d'Adda, e Barberini. (2) Voto di Monsignor Riviera. §. 76.

E per tacere di molti altri documenti che ne abbiamo, basta riflettere che l' Arresto di Malalbergo, che anticamente serviva a trattenere le barche ad esso legate con fune, ora resta sepolto sotto il piano delle bonificazioni, è inferiore al pelo dell' acqua piedi 5. in circa. Quanto abbiamo detto fa vedere la cagione principale degli interramenti, per cui è stato sempre indispensabile la cura di andar crescendo l' altezza degli argini, affine di contenere le acque entro il canale, e d' impedirne i trabocchi. Tutto ciò per altro non basta a formare una giusta idea della pendenza conveniente al corpo d' acqua che ivi scorre, la cui notizia sembra necessaria a chi studia di rimuovere per quanto è possibile, qualunque causa, che mai potesse contribuire ad accrescere i temuti disordini.

Osservando il profilo Bonacorsi, e Mariotti per l' anno 1744. trovo, che la pendenza tra il Bentivoglio, e la Bova di Malalbergo è di once 13. per miglio, la quale si accorda assai dappresso colla pendenza tra Castagnolo, e Bentivoglio. Ometto la pendenza fra gli altri sostegni, giacchè i quesiti proposti riguardano principalmente quest' ultimo tronco del canale. A dir vero la pendenza di once 13. sembra assai scarsa attesa la torbidezza, e il corpo d' acqua che ivi scorre. Pure convien dire, che per le circostanze del canale sia sufficiente; imperocchè se per mancanza della pendenza seguissero gl' interramenti, dovrebbero questi essere maggiori superiormente, cioè presso il Bentivoglio, giacchè per tal mezzo verrebbe accresciuta la pendenza, posto che fosse scarsa più del dovere. Non si è creduto, che abbisognasse per questa ricerca instituire una nuova livellazione, bastando riferire a luogo a luogo il fondo al pelo d' acqua corrente, la cui pendenza non potea supporsi sensibilmente diversa da quella, che mostra il profilo del 1744, e perchè si è trovato nella serie degli scandagli da noi presi il dì 12. Luglio del corrente anno 1779. presso a poco lo stesso progresso, nelle distanze del fondo dalla superficie dell' acqua, che mostra il detto profilo, se ne raccoglie che la pendenza siasi conservata la stessa; dunque non abbiamo motivo di sospettare, che per questa cagione del continuo interri il canale. Senza che sarebbe inverisimile, che dopo sì lungo intervallo di tempo, non avessero per anche le acque disposto il fondo conforme la loro esigenza, posto che ad esse convenisse dal Bentivoglio a Malalbergo una caduta maggiore. Che se il fondo si è rialzato, conservandosi parallelo a se stesso, non può incolparsi la scarsezza della pendenza, ma solo quella continua elevazione del recipiente, o sia della valle, siccome abbiamo detto di sopra. Nel presente sistema delle acque essendo rasciugate le valli, che per le loro circostanze acquistavano d' anno in anno maggiore altezza, sarà più costante lo sbocco del nostro canale diretto al cavo Benedettino; il perchè non

resta luogo a temere, che per un sensibile alzamento del recipiente s' abbia spesso ad accrescere l' altezza degli argini, e basterà la sola riparazione per quel logoramento, che è comune a tutte le opere di questo genere.

Due cose per mio avviso rendono sufficiente la pendenza d' once 13. Il numero delle chiaviche, di cui è provveduto il canale, e l' aprimento, che di quando in quando si faceva della travata, e che ora si fa del sostegno, a quella sostituito. Considerandosi il solo effetto delle chiaviche dovrebbe il fondo superiormente mantenersi, escavato, e rialzarsi inferiormente, siccome avvenir dee per sentimento di tutti gl' idrostatici, ove si diverta buona porzione d' acqua da un canale, poichè sopra il punto della diversione acquistando l' acqua una velocità maggiore, si rende più atta a spingere oltre la torbida, e a distaccare dal fondo le materie deposte. Il contrario dee seguire sotto il punto della diversione, ove la forza della corrente si rende più debole colla diminuzione del corpo d' acqua, dal che ne segue interramento. Queste chiaviche possono riguardarsi (tolta la differenza che passa tra il grande, e il piccolo) come quei para porti, che servono nei canali di derivazione per tenerli espurgati dalle materie, che l' acqua v' introduce. Di questo genere sono i para porti, de' quali è munito il canale superiore poco sotto la chiusa di Casalecchio. Nel profilo citato di sopra si vedrà, che all' incontro delle chiaviche si deprime il fondo, la qual depressione si estende a qualche distanza, per cui si manifesta fin dove giunga l' azione della chiavica, la quale si rende viepiù efficace per trovarsi la maggior parte delle chiaviche più basse del fondo ragguagliato del canale. Questa efficacia però non dee valutarsi per la sola bassezza rispetto al fondo del canale, ma conviene ancora avere riguardo al terreno adiacente; imperocchè se la soglia della chiavica si troverà nel piano stesso del terreno adiacente, oppure a livello d' acqua ivi stagnante sarebbe superfluo il profondarla di più, come per lo contrario si renderebbe meno efficace, col tenere la soglia più alta. Considerandosi poi l' effetto della travata, o del sostegno, egli è certo, che se stesse perpetuamente chiuso, e chiuso pure il risoratore, si avrebbe come una pescaia stabile, la quale farebbe rialzare il fondo del canale, più o meno in proporzione dell' altezza della pescaia. Cotesto pernicioso effetto viene impedito coll' aprimento del sostegno, che regolarmente suol farsi ogni mese. La caduta dell' acqua quando è apperto il sostegno vale a sgombrare il fondo, e a ridurlo in quello stato, in cui sarebbe, se niun sostegno vi fosse. L' azione però di questa caduta, non è dello stesso vigore per tutto il tratto del canale, ma s' indebolisce a misura, che cresce la distanza del sostegno, così che nelle parti lontane, per espurgare il fondo dalle

materie deposte, si richiederebbe un tempo assai più lungo; che non suole concedersi all' aperta del sostegno. Combinando ora gli effetti delle chiaviche, e del sostegno, parmi che dove manca l'azione del sostegno supplisca quella delle chiaviche; onde noi siamo debitori alle chiaviche di mantenere lo stesso fondo nella parte superiore, e siamo debitori al sostegno di mantenerlo depresso nella parte inferiore.

Per ciò che si è detto niuna ragione apparisce, per cui debba presentemente accumularsi maggior copia d'interramenti, e che per ciò si renda più frequente il bisogno di rialzare gli argini. Resta da esaminare quali effetti abbia potuto produrre il sostegno sostituito alla travata.

Giunti che fummo a Malalbergo, si giudicò doversi sopra tutto esaminare la collocazione del sostegno, ad oggetto di paragonarla a quella della travata. Nel profilo del 1744 si scorge, che la soglia del risoratore trovavasi nella stessa linea orizzontale della soglia della travata, e perchè la soglia del risoratore è rimasta qual era, poteasi per essa riconoscere qual differenza vi fosse tra la soglia del nuovo sostegno, e la soglia dell' antica travata. Il sig. Ciotti prevalendosi del livello comune trovò con replicati esperimenti la soglia del portone superiore del sostegno più alta della soglia del risoratore, e per conseguenza più alta della soglia della vecchia travata piedi 1. 5. 9. Non sarebbe disprezzabile questa differenza, se fosse lecito conchiudere, che d' altrettanto si fosse rialzato il fondo; ma perchè nell' espurgo universale, che si fa del canale coll' aprire tutti i sostegni, ed insieme i risoratori, resta tassato il fondo a quella profondità, in cui trovasi la soglia più bassa; o sia del sostegno, o del ristoratore, non pare che per la differenza trovata s' abbia a temere alcun pregiudizio. Io sarei più tosto inclinato a credere, che qualche alterazione vi fosse nel pelo d' acqua corrente. Ne' tempi addietro essendo munito il canale di una travata, e levandosi nelle maggiori escrescenze alcuni de' travi superiori, dovea seguire abbassamento tale nella superficie dell' acqua, onde non potesse sormontare gli argini. Questo provvedimento non è ora praticabile nelle parti del sostegno le quali se mai nelle maggiori escrescenze del canale, trattenessero l' acqua ad una altezza maggiore di quella, che gli argini ponno contenere, sarebbe esposta la gabella al dispendio di rialzare gli argini per tutto quel tratto, ove giungesse questo maggiore rigurgito del sostegno. Vero è però che coll' aprire più, o meno il risoratore si otterrebbe quel vantaggio, che si aveva pel sopra detto levamento di alcuni travi. Ma questo rimedio non è così pronto, e spedito come l' altro, e il ritardo di un tempo quantunque breve indur potrebbe la necessità di rialzare gli argini, i quali riceverebbero

grave danno per poco che durasse l' acqua nello stato di sormontarli.

Passo ora a considerare gli effetti provenienti dalla introduzione di nuove acque. Certamente non può che giovare l' abbondanza d' acqua in un canale destinato principalmente a comodo della navigazione, tuttavia secondo le circostanze soffre qualche limitazione una tale asserzione. Se il fiume, da cui deriva il canale fosse così abbondante di sorgenti, che nelle maggiori siccità somministrasse tutta l' acqua, che abbisogna per uso degli edifici, e della navigazione, sarebbe superfluo se non dannoso l' introdurne di più. Che se in tempo di siccità scarseggiasse d' acqua il canale, e la introduzione il facesse sol quando ne abbonda, per tale circostanza parmi di ravvisare un pregiudicio, che sarà più o meno sensibile in proporzione del corpo d' acqua introdotto. Mostra l' esperienza, che quanto è maggiore la copia d' acqua in un alveo, tanto più cresce l' altezza, e la scarsezza della sezione finchè siasi costituito un perfetto equilibrio tra la forza della corrente, e la resitenza delle ripe, e del fondo. A questo proposito il Guglielmini si esprime nel seguente modo. *Al crescersi di nuove acque s' accresce altresì e profondità, e larghezza..... Questa regola è di eterna verità*. Ciò posto la introduzione di un influente dee far sì che col tempo s' allarghi la sezione, e che per tale allargamento in tempo d' acque scarse avendo queste modo di dilatarsi, e spandersi maggiormente nella larghezza accresciuta, scorrono con altezza minore, e quindi potrebbe restare sospeso il corso delle barche, o rendersi più malagevole, e stentato. Qui però convien riflettere, che trovandosi il canale munito di sostegni, il pregiudizio accennato, qualora sieno scarse le acque non avrà luogo per tutto quel tratto, che sente il ringorgo del sostegno, per cui viene regolato il pelo dell' acqua, e constituito ad una certa altezza, che non può ricevere alterazione per una maggiore, o minore larghezza dell' alveo. Sia il canale nel suo maggior colmo, e sopravvenga l' influente in piena, niuno certamente si avviserà, che quell' altezza d' argini, che prima era sufficiente a contenere le acque, abbia ad esserlo ancora dopo l' introduzione dell' influente; nè questa mancanza di altezza negli argini si avrebbe soltanto nel tratto inferiore, cioè dal punto della confluenza fino al sostegno, ma anche superiormente fin dove giungesse il ringorgo dell' influente. Perchè non restassero soperchiati gli argini basterebbe forse dare sfogo maggiore, e più libero alle acque coll' aprire il risoratore, giacchè acquistando l' acqua una maggiore velocità si contenterebbe di una minor sezione, ma non farei poi sigurtà, che per la velocità accresciuta non fosse per seguire corrosione negli argini fino a tanto, che per l' allargamento della sezione si ottenesse quell' equilibrio, che abbiamo di sopra accennato tra la forza della corrente, e la resistenza delle ripe. Quanto

abbiamo detto pronosticando gli eventi non può mettersi in conto di disordine, qualunque volta vi sia modo di prevenirlo. Tutto il disordine si riduce al prezzo dell' opera, giacchè col rialzamento degli argini, e colla dilatazione della sezione si può sperare di mantenere la navigazione con quella felicità, con cui si fa presentemente, e forse ancora di agevolarla maggiormente.

Dopo questo ragionamento potrei lusingarmi di avere risposto per quanto è in me ai quesiti annunziati di sopra, pure non è pago abbastanza il desiderio mio di dimostrare l' impegno, che ho di servire chi mi ha onorato di comandarmi se non aggiungo quanto io crederei confacente a mantenere una prospera, e sicura navigazione. Non è già, che io creda potersi tutti eseguire; una necessaria economia spesso si oppone alla perfezione dell' opera. Comunque sia, sottoponendo io i miei sentimenti a chi saprà dar giudicio del valore delle proposizioni, e fino a qual segno sia soffribile il dispendio spetterà ad essi la scelta di ciò, che crederanno opportuno ad ottenere almeno qualche parziale vantaggio, che anche essendo tale, merita i riguardi di chi presciede ad un affare di tanta importanza.

Rispetto al canale superiore non abbisogna altro provvedimento oltre quello della manutenzione; tutto il pericolo si riduce alla parte inferiore cominciando dal Bentivoglio fino allo sbocco nel Benedettino. Dal Bentivoglio a Malalbergo si contano venti chiaviche alla sinistra restando chiuse, e in inofficiose quelle alla destra. I vantaggi che si ricavano dalle chiaviche sono di somministrare acqua a tempo opportuno ai maceratori, di colmare i terreni più bassi colle torbide dandosi un qualche sfogo alle maggiori escrescenze, o di mantenere espurgato il fondo del canale, come si è detto di sopra. Ciascuno di questi vantaggi è di tale rilevanza, che non è lecito il trascurarlo, bensì a me piacerebbe se in altro modo si ottenesse, che per quel che io giudico niente si oppone all' interesse particolare dei possessori adiacenti.

In riguardo alle chiaviche, che ad altro non servono, che per dar acqua ai maceratori, sieno pure in qual numero si vuole, e sieno disposte conforme il comodo di chi dee prevalersene, che ciò niente rileva e per la piccola quantità di acqua, che si estrae dal canale, e per farsi di rado questa estrazione. Gli altri due vantaggi potrebbero forse meglio ottenersi con un minor numero di chiaviche, purchè fosse ciascuna di una luce più ampia. Vorrei, che l' ultima di queste fosse costrutta poco sopra il sito, ove sarà introdotto il nuovo influente, posto che si faccia cotesta introduzione, e che da indi in su fossero disposte a distanze eguali. Il produrre inferiormente la serie delle chiaviche riuscirebbe inutile, ove l' abbondanza d' acqua, e la vicinanza del sostegno bastano a tenere espurgato il fondo. Se

si considera il fine della bonificazione, non sarà difficile condurre le torbide ovunque piaccia di far le colmate. Gioveranno poi più efficacemente le chiaviche all' espurgo del canale non tanto per essere la forza della chiamata più unita, ma ancora pel comodo di tenere aperte quelle sole, colà dove si conosca maggiore il bisogno; senza che sarà più facile la custodia di poche chiaviche, quando per la navigazione importa molto, che restino chiuse. Ai predetti vantaggi si aggiunga anche quello di provvedere comodamente, nel caso di una straordinaria escrescenza del nuovo influente, ai trabocchi, se mai non bastasse l' apertura del risoratore. Imperocchè senza impoverire superiormente il canale col tenere aperte le ultime chiaviche, assorbirebbero queste buona proporzione d' acqua, ove essa più abbonda, e si renderebbe più facile il regolamento del risoratore ad oggetto di mantenere il pelo della corrente a quel segno, che non sopravanzasse l' altezza degli argini.

La brevità della strada favorisce non poco il commercio, e quando si tratta di un canale scarso di pendenza, si ottiene anche il vantaggio di accrescerla coll' accorciare la linea. Abbiamo il canale del molino, che deriva dal canale naviglio poco sopra il sostegno, e inferiormente ad esso si unisce seguendo una direzione meno obbliqua per modo che procedendosi pel canale, che ora si naviga, si fa un giro che prolunga il corso pertiche 66. incirca. Non debbo io dissimulare, che se in vece di questa direzione si prendesse quella del mulino, sarebbe piccolo il vantaggio non pure in riguardo dell' accorciamento della linea, come ancora dell' aumento della pendenza, tuttavia non credo, che fosse del tutto da disprezzarsi. Secondo questa idea verrebbe tolto l' uso del sostegno di Malalbergo, e ingiunta la necessità di costruirlo in altro luogo. A me parerebbe opportuno il trasportare cotesto sostegno colà dove si è fatto un ponte per la nuova strada. Procedendosi per la linea più breve poc' anzi accennata assai piccolo sarebbe l' aumento della distanza fra il sostegno di Bentivoglio, e il sostegno inferiore, onde non può temersi per ciò alcun disordine, e dobbiamo anzi sperarne vantaggio per la pendenza accresciuta. Secondo i profili il fondo ragguagliato del canale dal sostegno presente fino alla soglia del nuovo ponte ha di caduta un piede incirca, che in ragione di pertiche 46, quanta è la distanza de' due predetti punti misurata per la linea più breve, dà una pendenza di piedi 11 incirca per miglio, onde apparisce essere tale l' aumento della caduta tra il sostegno Bentivoglio, e il sostegno ideato, che non può temersi pregiudicio per la distanza accresciuta. La soglia del portone inferiore potrebbesi stabilire a livello della soglia del nuovo ponte. Pel rimanente potrebbono servire le stesse misure di altezze, e larghezze, secondo cui sono state costrutte tutte le parti del sostegno

presente, con che si renderebbe meno gravoso il dispendio, giacchè molti materiali ora in opera sarebbono adattabili al sostegno da costruirsi. Perchè non potremmo noi mettere a conto di vantaggio la vicinanza del sostegno al nuovo ponte, mentre chi assiste al sostegno non avrà molta briga di provvedere al comodo insieme di chi naviga, e a quello de' passeggieri sopra il ponte?

Supponendo costrutto il sostegno che abbiamo proposto, prenderemo ora ad esaminare lo stato del canale ad esso inferiore fino al suo sbocco nel cavo Benedettino. Tra la soglia del portone inferiore posta a livello della soglia del nuovo ponte, e lo sbocco nel cavo Benedettino si trova essere la caduta di piedi 4. 7. ed essendo la distanza di pertiche 1066, risulta una pendenza per miglio, che poco manca dalle once 26. Questa pendenza sembrami adattata al bisogno per non essere nè tanto piccola, che cagioni interramenti nel fondo, nè tanto grande, che difficulti il barcheggio contro acqua. Temo soltanto per diverse ragioni, che in tempo di acque scarse non resti interrotta la navigazione. Ciò succedendo farà vedere l' esperienza, che in questo ultimo tronco del canale sia necessario un qualche ritegno al corso dell' acqua per sollevarlo almeno quanto basti alle barche di un carico ordinario. Sarà forse sufficiente la costruzione di una semplice bova, o chiusetta simile a quella che esiste superiormente al Battiferro. Sarebbe ora superfluo indicare il luogo per tale edificio, la cui fabbrica può differirsi ad altro tempo, e il differirla darà campo di stabilirla sopra notizie più sicure. Quando poi le acque saranno abbondanti, siccome è facile, che abbondino nello stesso tempo nel cavo Benedettino, non vi sarà allora bisogno di chiusetta ed anzi pel ringorgo, che si farà del Benedettino entro il canale diverrà comodissima la navigazione.

Un ostacolo per una felice navigazione s' incontra alla foce non solo de' fiumi, che sboccano in mare, ma ancora di quelli che mettono in un fiume maggiore. Per legge costante della natura allargandosi la sezione ove è lo sbocco manca talvolta quella altezza d' acqua, che richiede il carico delle barche alla foce del Po fiume ragguardevole, è necessario talvolta aspettare l' alta marea per inoltrarsi entro il fiume. Ne' fiumi minori, come quelli che nella spiaggia dell' Adriatico, servono di porto alle navi, non basta il soccorso della marea alta, e conviene prevedere al bisogno col tenere ristretta la foce con due ordini di palaficate, onde acquisti l'acqua maggiore altezza, ed insieme maggior forza per tenere escavato il fondo. Lo stesso succede a qualunque influente ove sbocca nel recipiente; e qui senza addurre la ragione del fatto, la quale per se stessa facilmente si manifesta, basta osservare i profili di tutti i torrenti, che metton in Primaro, e si vedrà che allo sbocco forma il fondo uno scalino, per

cui in tempo di acque basse si rende difficile l' ingresso. Perchè non potrebbesi da noi praticare il ripiego, che si tiene ne' fiumi destinati a servire di porto alle barche di mare? Alla confluenza del nostro canale col Benedettino trovano i barcaiuoli in tempo di acque basse molta difficoltà nell'ingresso, la quale non vi sarebbe se fosse munita la foce con doppio ordine di palificate. Queste faranno sì, che sia tolto l'impedimento dello scalino, il quale sebbene si formasse durante il tempo delle maggiori escrescenze del recipiente, nel calare delle acque verrebbe poi appianato, e distrutto per la sezione tenuta ristretta.

Ne deve perciò recar spavento quella spesa, a cui sappiamo essere soggetti quelli, che in tal forma si adoprano per mantenere lo sbocco de' fiumi in mare; imperocchè ad essi conviene spesso prolungare le serie dei pali per le deposizioni, che fanno i fiumi allo sbocco, per le quali si avvanza del continuo la spiaggia, portando più oltre la foce. Nel caso nostro resta sempre la foce nello stesso luogo, giacchè le torbide del canale non si arrestano, ma sono portate altrove dalla corrente del fiume recipiente. Il beneficio proveniente dalle palificate non termina in quel punto, ove esse giungono, poichè la sezione tenuta ristretta deve per necessità produrre un ringorgo verso la parte superiore. Sarebbe forse opportuno il costruire la Bova, o chiusetta proposta nel precedente paragrafo colà dove arrivasse il ringorgo detto poc' anzi. Non ho fatto parola sopra gli argini di questo ultimo tronco del canale da Malalbergo fino allo sbocco, i quali forse avranno bisogno di qualche riparazione, che dipende principalmente dall' altezza del rigurgito dell' acque del cavo benedettino. Ho creduto inutile il parlarne ora, sì perchè basta la sola osservazione per conoscere la conveniente loro misura, sì perchè questa potrebbe, cangiarsi non essendo per anche stabilito il fondo del cavo benedettino, o sia del fiume recipiente. Ciò è quanto ec.

Eustachio Zanotti
Lettore pubblico d' Idrometria.

Dalla Bova al Battiferro pert. 112. 3 Differenza dei due livelli d'acqua alla Bova once 24.
150. –
285. –
547. 3

547.3
238
142
170
270
1011
2153
3885
8416 pert. Distanza dalla Bova superiore a quella di Malalbergo.

Pendenza del pelo di acqua corrente once 15. in circa.

Dal Battiferro al Torreggiani . . . . pertiche 238 Differenza dei due livelli al Battiferro once 103.
Pendenza del pelo d'acqua . . . 0
Pendenza dedotta dai numeri once 9

103
36
82
38
116 + 16
90
96
561
16 +
577 Somma di tutte le differenze dei livelli dalla Bova superiore fino a quella di Malalbergo.

Dal Torreggiani al Landi pert. 142 Differenza ec. al Torreggiani once 36.
Pendenza del pelo ec. once insensibile
once 4

Dal Landi al Grassi . . pertiche 170 Differenza ec. al Landi once 82.
Pendenza ec. . . . . once 13

once 852 Differenza misurata sul profilo della distanza del pelo di acqua sotto la Bova superiore, e del pelo d'acqua sopra la Bova di Malalbergo.

Dal Grassi a Corticella pert. 270 Differenza ec. al Grassi once 38.
Pendenza ec. . . . . once 3

Da Corticella a Castagnolo pert. 147 Differenza ec. a Corticella on. 116 alla Bova on. 16 o Chiusa
164
700
1011

15
9
4
13
3
38
54
102

Pendenza ec. . . . . once 38

Si avverte, che tra i due sostegni vi è la chiusa che sostiene l'acqua superiore più alta dell' inferiore once 16

238 Somma di tutte le pendenze dei peli d'acqua tra sostegno, e sostegno.
16
222

Dal Castagnolo al Bentivoglio . . . . pertiche 1179 | 334 | 640 | 2153

Pendenza ec. . . . . . . once 54
che sono per miglio $12\frac{1}{2}$ in circa

Differenza ec. a Castagnolo once 90

Dal Bentivoglio fino alla Bova di Malalbergo pertiche 3885
Pendenza ec. . . . . once 102
che sono per miglio once 13

Differenza ec. al Bentivoglio on. 96

Differenza ec. alla Bova di Malalbergo once 35.

E perchè tra Corticella, e Castagnolo vi è la chiusa che sostiene l'acqua once 16, perciò dovranno queste sottrarsi per avere le sole pendenze del pelo.

once 852 Differenza ec. come sopra.
577 Somma di tutte le differenze ec.
275 Somma della pendenza dei peli d'acqua, che discorda da quella trovata di sopra once 53.

Posta la pendenza del pelo once 222 si avrà per miglio once $13\frac{1}{12}$

Posta la pendenza del pelo once 275 si avrà per miglio once $16\frac{1}{4}$.

La cagione degli interrimenti, che succedono nel canale massimamente dal Bentivoglio a Malalbergo, ò sono di questi ultimi tempi, oppure si ha notizia, che anche ne' tempi addietro abbiano obbligato gli Illustrissimi signori Assunti della Dogana di rialzare di quando in quando gli argini per impedire i svalleggiamenti dell' acqua del canale. Se il primo converrà incolpare qualche mutazione, che siasi fatta in questi ultimi tempi; se il secondo converrà ripetere la cagione non da queste mutazioni, ma da quelle circostanze, che sieno state sempre congiunte al canale medesimo.

Parmi opportuno il premettere un esame sopra alcune cose, che dar potrebbero motivo di disputa. Se mai si credesse, che il canale tra il Bentivoglio, e Malalbergo interrisse per mancanza di quella pendenza, che esige la natura per portare oltre la torbida, e impedire le deposizioni, si vedrebbero gli interrimenti maggiori presso il Bentivoglio, e questi andare scemando fino a Malalbergo, ove niun vestigio di loro apparire dovrebbe. In tal caso il bisogno di rialzare gli argini seguirebbe l'ordine degli interrimenti, che vuol dire sarebbe il maggiore, presso il Bentivoglio, e diverrebbe nullo a Malalbergo.

A me pare, che non possa attribuirsi ad un continuo accrescimento di pendenza il bisogno di rialzare gli argini. Sono passati molti secoli da che scorre il canale, il quale avrebbe avuto tutto il tempo di proporzionarsi la pendenza alla natura delle sue acque, stabilita

la quale altra riparazione non converrebbe fare negli argini, che quella, che per altri accidenti suole praticarsi in tutti gli argini, che spalleggiano i fiumi stabiliti di corso. Osservando il profilo del Bonacossi fatto l'anno 1744. veggo, che il fondo ragguagliato procede parallelo al pelo dell' acqua corrente, e ciò è indicio, che fin d' allora fosse disposto il fondo con quella pendenza, che può convenire al canale. Sopra tutto mi persuade, che non abbia luogo l' aumento di pendenza, giacchè il rialzamento richiesto negli argini è universale per tutto il tratto del canale, e non segue l' ordine di una regolata pendenza.

Forse si darà colpa alle chiaviche, la quale opinione sembra appoggiata ad alcuni principj ammessi da tutti gl' Idrostatici. Convengono questi, che in qualunque canale, ove scorre acqua torbida se si diverte in qualche punto una porzione delle sue acque, superiormente alla diversione debbasi almeno per qualche tratto escavare il fondo, e debbasi rialzare inferiormente al punto di diversione. Seguendo questo principio si pretenderà, che un effetto simile debba seguire nel canale.

Io sono di contrario parere, e non sarei disposto a concedere la chiusura delle chiaviche colla speranza di ottenere una tale escavazione, che risparmiasse l' opera di rialzare gli argini. Queste chiaviche vi sono state sempre, e dovremo credere, che non siasi per anche disposto il fondo a seconda di quelli interrimenti, che cagionare potessero le chiaviche aperte? Si consideri in oltre, che per il principio idrostatico poc' anzi addotto dovrebbe disporsi il fondo in senso contrario a quello, che abbiamo detto delle pendenze, cioè dovrebbero gli interrimenti trovarsi maggiori nella parte inferiore del canale; eppure come ho detto mostra il profilo, che il fondo ragguagliato cammina parallelo al pelo dell' acqua corrente.

E qui potrebbesi domandare come si salvi il principio ammesso da tutti gl' Idrostatici? Al che rispondo, che parlano essi di un canale o fiume, che sbocchi nel recipiente a foce libera, e aperta, perchè allora se sarà divertita una porzione di acqua dal fiume dovrà succedere, che di sotto al luogo della diversione acquisti il fiume cogli interrimenti una pendenza maggiore, che cagioni un alzamento di fondo forse insensibile presso la foce, ma più o meno considerabile superiormente, a proporzione della quantità d' acqua divertita dal fiume. Il nostro caso è molto diverso. Non è costante la foce del nostro canale che ne' tempi addietro era munita di una travata, ed ora di un sostegno, che danno il comodo col totale loro aprimento di cagionare tale velocità all' acqua, che si renda capace di sgombrare dal fondo quella materia deposta nel tempo, che erano trattenute le acque, dalla travata, o dal sostegno chiuso.

Per togliere qualunque equivoco parmi necessario combinare insieme gli effetti, che produrre debbono le chiaviche, e l' aprimento del sostegno. Considerandosi il solo effetto delle chiaviche aperte non è da dubitare, che la chiamata dell' acqua maggiore nella parte superiore non abbia a conferire a tenere escavato il fondo per quel principio ammesso dagli idrostatici. Tutto il pregiudizio si ridurrebbe alla parte inferiore, ove per essere diminuito di molto il corpo d' acqua, e diminuita altresì la velocità col minor numero delle chiaviche, si renderebbe incapace la forza dell' acqua a distaccare dal fondo le materie deposte, e a impedire le deposizioni. Queste chiaviche possono ancora risguardarsi, (tolta la differenza che passa tra il grande, e il piccolo) come quei paraporti, che servono ne' canali di derivazione per tenerli espurgati dalle materie, che l' acqua introduce. Di questo genere sono i paraporti, de' quali è munito il canale poco sotto la chiusa di Casalecchio. In fatti mostra il profilo, che all' incontro delle chiaviche si deprime il fondo, la quale depressione si estende a qualche distanza, per cui si manifesta fin dove giunga l' azione della chiavica. Questa azione si rende vie più efficace per trovarsi le chiaviche più basse del fondo ragguagliato del canale. Considerandosi poi l' effetto del sostegno, egli è certo, che se stesse perpetuamente chiuso, e chiuso pure il risoratore, si avrebbe come una chiusa stabile, che come mostra l' esperienza farebbe rialzare il fondo del canale superiore più o meno in proporzione dell' altezza della chiusa. Questo pernicioso effetto viene impedito nel nostro canale coll' aprimento del sostegno, che regolarmente suol farsi ogni mese. La caduta precipitosa delle acque quando è aperto il sostegno vale a sgombrare il fondo, e ridurlo in quello stato, in cui sarebbe, se niun sostegno vi fosse. Conviene però avvertire, che l' azione di questa caduta non è dello stesso vigore per tutto il tratto del canale, ma s' indebolisce a misura, che cresce la distanza dal sostegno, così che nelle parti lontane per ribassare il fondo vi si richiedesse un tempo più lungo di quello, che suole concedersi a tenere aperto il sostegno. Combinando ora gli effetti delle chiaviche, e del sostegno, parmi, che dove mancano le une, supplisca l' altro, giacchè siamo in gran parte debitori alle chiaviche di mantenere il fondo nella parte superiore del canale, e siamo debitori al sostegno di mantenere depresso il fondo nella parte inferiore.

Le riflessioni fatte fin' ora sono dirette a provare, che senza l' intervento di nuove circostanze non potrebbe seguire alcuna alterazione nel canale, che oltre la manutenzione esigesse nuovi provvedimenti, e nuove riparazioni. Per la qual cosa se vi sia stato sempre il bisogno di andare rialzando gli argini per il continuo alzamento

del fondo, converrà dar la colpa ad una causa perpetuamente operante, di cui non cessi l' azione per l' alzamento seguito. Che se mai paresse, che gl' interrimenti fossero incominciati in questi ultimi tempi, oppure fossero più del solito cresciuti, in tal caso converrebbe riconoscere una nuova cagione, che per lo passato niente avesse operato a danno del canale.

Trattandosi di rintracciare una cagione, che sia stata sempre operante senza perdere la sua efficacia, io non saprei d' altronde riconoscerla, che dal continuo alzamento dell' acqua della valle, per cui sarà stata più volte rialzata la soglia della Bova; dirò di più poter essere tali le circostanze, che il solo alzamento del pelo della valle senza quello della soglia, possa cagionare maggiori interrimenti. Per rendere ragione di ciò, che ora asserisco, mi conviene esporre un fatto, che si presenta agli occhi di ognuno. Essendo in un fiume una cateratta o chiusa, in occasione di molta escrescenza non si riconosce più la caduta dell' acqua, niuna chiusa si comprende, e solo apparisce una pendenza regolata nella superficie dell' acqua corrente. Questo fenomeno si osserva nella chiusa di Casalecchio, e si vedrà succedere ovunque sieno chiuse, purchè vi sia una certa proporzione tra l' altezza dell' acqua del fiume, e quella della pescaia; imperocchè potrebbe essere tanta l' altezza della chiusa, che per niuna escrescenza del fiume restasse occulta agli occhi dei risguardanti, e potrebbe essere così piccola l' altezza della chiusa che bastassero le mediocri escrescenze ad occultarla. Finchè resta manifesta la caduta dell' acqua non v' ha dubbio, che non sofra il fiume una possente chiamata, che accresca la velocità superiormente alla chiusa, la quale restando occulta, l' accrescimento della velocità dipenderà dalla maggiore, o minore pendenza della superficie, e questa dalla maggiore, o minore altezza della chiusa. Sia pure aperto il sostegno, se la velocità dell' acqua per la diminuzione della caduta andrà scemando, si renderà sempre meno atta ad escavare il canale collo spingere oltre gl' interrimenti.

LETTERA
AL PONTEFICE PIO SESTO
INTORNO LE PALUDI PONTINE.

Beatissimo Padre.

In esecuzione degli ordini sovrani da me ricevuti per mezzo dell' E. R. sig. Cardinale Boncompagno mi dò l' onore di umiliare colla dovuta venerazione a' Piedi della Santità Vostra alcune mie osservazioni sopra il progetto della universale bonificazione delle paludi Pontine conforme la esatta relazione dell' Ingegnere Rapini. Potrei spedirmi in poche parole protestando d' essere persuaso, che seguendosi la traccia indicata da Vostra Santità, e tale essendo il declivio del terreno innondato, quale il dimostrano i profili, si rende sicuro il buon esito, e soffribile la spesa, che a molti doppj sarà compensata dalla coltivazione di un fertilissimo terreno, che altre volte fu detto granaio di Roma; ma la brevità del mio discorso non recherebbe, come io desidero; una testimonianza certa della mia pronta ubbidienza, e premura di adoperarmi, come meglio per me si potea, in servigio di chi ha avuta la degnazione di onorarmi de' suoi veneratissimi comandamenti.

Sarebbe superfluo il parlare delle cagioni delle innondazioni, ed altri argomenti, che sono stati ampiamente trattati da' dotti, ed esperti professori; e sarebbe altresì superfluo il dimostrare l' insussistenza d' altri progetti dopo che il Rapini colle ultime notizie delle livellazioni da lui eseguite ha dedotto per essi un dispendio eccessivo, con cui altro in fine non si otterrebbe, che una parziale bonificazione. Sarà diretto il mio discorso a stabilire le misure, che principalmente riguardano l' attuale esecuzione.

Prima d' intraprendere qualunque esame sembra necessario conoscere almeno a un dipresso quale sia per essere il corpo d' acqua, che dovrà scorrere nel nuovo fiume, raccolte che sieno tutte le acque in un solo alveo. Da esso dipende la larghezza, e la profondità della sezione da farsi colla escavazione, o col rinfianco degli argini; dipende la misura della pendenza, avuto il debito riguardo alle materie trasportate dalle acque. Conosciuti questi elementi si potrà con qualche fondamento stabilire da qual parte s' abbia a indirizzare ogni

canale, ed ogni scolo per avere un ingresso vantaggioso nel fiume destinato per comune recipiente di tutte le acque.

Il metodo, che suole praticarsi dagli idrostatici, quando si tratta di definire la sezione di un nuovo alveo, che debba raccogliere le acque di diversi fiumi, che scorrono in alvei separati, si è quello di calcolare dalle sezioni di ciascheduno il corpo d'acqua corrispondente, non trascurandosi tal volta la velocità superficiale, e quindi fatta la somma si cerca poi la sezione, che di tal somma sia capace. Un tale metodo non parmi praticabile nelle presenti circostanze per l'universale spandimento di tutte le acque. Se io prendo una sezione del fiume presso l'origine prima che le acque sormontino le ripe, o gli argini, si trascurano tutte le acque, che inferiormente da diversi rivoli concorrono in quell'alveo. Se poi scelgo una sezione inferiore, ecco che resta defraudato il calcolo per tutte le acque espanse nelle parti superiori. Parrebbe a prima vista, che dalle luci dei ponti, che trovansi nella via Appia si potesse sperare qualche lume per questa ricerca; ma noi non sapiamo a quali acque fossero essi destinati; non sapiamo se fossero proporzionati a quel corpo d'acqua, a cui doveano servire, o se nella loro costruzione vi avesse gran parte la magnificenza romana; nè manco sapiamo se fossero tutti officiosi in un tempo, o se altri sieno stati costrutti, ed altri chiusi secondo che paresse opportuno il farlo. Da questo gran numero di ponti altro non credo, se ne possa raccogliere se non ciò che d'altronde sapiamo, essere stata massima presso gli antichi ingegneri di tenere disunite le acque, quando l'esperienza ha poi fatto conoscere, che l'unirle reca alle provincie considerabili vantaggi, e sicurezza maggiore.

A fronte di tante difficoltà ho creduto espediente il prevalermi d'altro metodo. Non può dubitarsi, che la maggior copia d'acque di cui abbonda un fiume, non dipenda principalmente dalla maggiore estensione del terreno da cui derivano, e scolino le pioggie, nel che però parmi necessario usare certe avvertenze qualunque volta si voglia dall'estensione del terreno dedurre la capacità di un alveo; e in vero non dee trascurarsi la durata della piena, essendo manifesto che la capacità, ove duri lungo tempo la piena non sarà di quella dimensione, che esigerebbe la natura, se tutta l'acqua vi scorresse in un tempo più breve. Per non avventurare un giudicio appoggiato unicamente a queste astratte riflessioni ho voluto far prova, se in due fiumi stabiliti di corso, e da noi conosciuti, come l'Idice, e la Savena, si trovi presso a poco fra le sezioni quel rapporto, che dipenda e dalla estensione del terreno, da cui riceve acqua l'uno, e l'altro fiume, ed insieme dalla durata delle piene. Sopra le migliori carte topografiche abbiamo il Rapini ed io misurata l'estensione

del terreno, che appartiene all' uno, e all' altro fiume, e perchè la durata delle piene non è eguale in ambedue, abbiamo diviso ciascun numero esprimente la estensione del terreno pel numero esprimente il tempo della rispettiva durata della piena, dal che ne nasce tal proporzione, che poco si scosta da quella, che assegna Gabriello Manfredi alle portate de' predetti due fiumi, che egli raccolse dalle semplici sezioni colle velocità distribuite secondo la scuola parabolica. Incoraggito per tale successo sulla Mappa del Boscovik, e del Rossi, si sono rilevate le miglia quadrate di tutto il terreno, da cui derivano le acque nella palude Pontina, compresa la stessa palude, e ridotte le misure alla stessa unità, ne risulta una estensione di terreno cinque volte maggiore di quella, che appartiene all' Idice. Non conviene però immaginare, che le portate de' predetti fiumi seguir debbano una tal proporzione. Osta ciò il riflesso, che pur dee aversi del rapporto, che ha la parte montuosa colla pianura. Trattandosi della pianura gran parte dell' acqua piovuta viene assorbita dalla terra, parte si trattiene ne' fossi, e non iscola nel fiume, che lentamente, e in più luoghi non può scolare se non dopo cessata la massima escrescenza, lo che non può generalmente dirsi del terreno montuoso, onde io credrei, che la pianura almeno in gran parte non già ad accrescere le piene, ma servisse soltanto a rendere le mezze piene di una durata maggiore. E perchè in cose di fatto vale più l' osservazione, e l' esperimento di qualsivoglia studiato raziocinio, invito chiunque a fare un confronto tra l' alveo di un fiume, che si riempie per acqua discesa dai monti coll' alveo di un semplice scolo, entro cui derivino le sole acque della pianura, la quale per quanto sia estesa non esigerà mai una sezione nello scolo, che meriti d' essere paragonata con quella del fiume. I terreni piani situati tra l' Idice, e il canale naviglio comprendono miglia quadrate 87. misura di Bologna; e la montagna che scarica le sue acque nell' Idice, si estende per uno spazio di miglia quadrate 47. metà incirca dell' altro. Eppure il Tenente Colonello Boldrini direttore de' lavori di queste provincie avendo preparato uno scolo largo in fondo non più di una pertica, e capace di una altezza di acqua di piedi 6. si è poi conosciuto essere più che sufficiente, come egli avea preveduto, per dare sfogo alle acque della pianura poc' anzi indicata. Paragonandosi la sezione di questo scolo con quella dell' Idice, troveremo essere la prima di piedi quadrati 96, e l' altra di piedi quadrati 600. tuttochè scoli la prima un terreno doppio di quello, che ha lo scarico per l' altra. E d' onde mai procede tal differenza nelle sezioni? Certamente non da altro dee ripetersi, che dalla durata della piena, la quale nell' Idice trascorre in sei, o sette ore, e nello scolo l' abbondanza d' acqua, che per esso può dirsi piena, si mantiene la stessa

parecchi giorni. Ripigliando il discorso incominciato conviene sapere, che rispetto all'Idice la pianura, da cui esso riceve acqua in paragone della montagna è così piccola, che si può trascurare in un calcolo, da cui non si pretende una somma precisione, Per lo contrario rispetto al nuovo fiume la pianura oltrepassa il doppio della parte montuosa. Si aggiunga in oltre che attesa la più alta, e più lontana derivazione delle acque per questo fiume, che per quello conviene aspettare nelle piene una più lunga durata. Trovo un'altra disparità per cagione delle nevi, che s' accumulano in gran copia su i nostri monti, che poi si sciolgono, e unite alle pioggie quando spirano venti di scirocco, formano le massime escrescenze, ove per lo contrario l'aria temperata di cotesto clima non permette, che si faccia delle nevi gran cumolo, che vaglia collo scioglimento ad accrescere le consuete piene. Per tutte queste circostanze io sono di parere, che la portata del nuovo fiume non giungerà a tanto, che sia eguale a quella dell' Idice.

Abbiamo fin' ora considerato il rapporto dell' acque temporanee provenienti dalle pioggie, rimane ora da esaminare quale incremento debba accordarsi nelle portate de' fiumi per l'aggiunta delle acque perenni provenienti dalle fontane, e dalle sorgenti, che sono copiose nei contorni della palude Pontina, e molto scarse nell' Idice. Siami qui permesso di promuovere un dubbio, se instituito un calcolo nel modo, che ora si è tenuto, la maggior copia delle acque perenni debba contribuire ad accrescere, oppure a sminuire la portata del fiume nelle maggiori escrescenze. A' nostri giorni avendo i filosofi rinunciato all' antica opinione, che le acque delle fontane provengono dal mare, sono d' accordo nel credere, che sieno somministrate dalle pioggie. Ciò essendo bisogna accordare, che ove più copiose sono le sorgenti, ivi la terra assorbisca maggiore quantità d' acqua caduta dal cielo, che poi la natura sa conservare nelle viscere della terra, e dispensare con misura a beneficio degli abitatori. Onde se le maggiori escrescenze succedono in tempo di pioggia da cui convenga defalcare quello, che assorbisce il terreno, bisogna concedere, che defalco maggiore debba farsi ove più copiose sieno le acque perenni. Che che ne sia di un tale ragionamento, non parmi credibile, che il diverso rapporto delle acque perenni sia capace di alterare notabilmente le misure delle sezioni, anche sul riflesso, che dove esse sono più copiose, ivi si avrà in compenso il vantaggio, che recano di mantenere espurgato l' alveo, onde rendesi più libero il corso delle acque, ed il fiume in istato di contentarsi di una minore sezione.

Dopo tutte le riflessioni qui esposte mi resta a dire quale capacità

io giudichi convenire al nuovo fiume colà dove scorreranno unite tutte le acque, che discendono da diverse parti sull' agro Pontino. Non intendo ora di descrivere quella forma, o figura, che sia più adattata alle presenti circostanze. Di questa parleremo in appresso, bastando per ora l'accennare la semplice capacità con una figura presso a poco simile a quella dell' Idice, che ha servito di modello, e che potrà poi variarsi secondo che sarà creduto espediente. Pertanto io crederei che convenisse al fondo una larghezza di palmi 86, e tale profondità capace di contenere un' altezza d'acqua di palmi 17. La larghezza poi misurata sopra il pelo della massima escrescenza sia di palmi 120. Da queste misure si scorge, che la scarpa delle ripe, o degli argini risulta di un palmo per palmo di altezza, che forma una pendenza più che sufficiente in un terreno, che per la sua naturale tenacità, e sodezza difficilmente si scioglie.

Stabilita la sezione, o capacità dell' alveo proporzionata a tutte le acque si procederà colla medesima per tutto il tratto delle acque unite. Converrà poi sminuirla superiormente allo sbocco dell' Amaseno, e dell' Uffente nella Linea Pia. Io mi prevarrò dello stesso metodo, di cui finora mi sono servito, per intracciare questa nuova sezione. Pertanto ricorrendo alla carta topografica in compagnia del Rapini abbiamo separato il paese montuoso, che trasmette le acque ne' fiumi superiori da tutto il rimanente, e prendendo le misure in miglia quadrate abbiamo giudicato, che il primo sia un terzo del secondo; onde ritenendo la stessa forma della sezione si riduce il fondo per la predetta diminuzione del corpo d'acqua a palmi 48, l'altezza della piena a palmi 10, e la larghezza misurata sul pelo della corrente a palmi 68. Queste misure non sono gran fatto discordi da quelle, che con altri principj furono stabilite e dal Manfredi, e dal Boscovik. La larghezza da essi accordata al fondo è di palmi 40, a cui non saranno ripugnanti i miei calcoli, purchè però si conceda all' altezza della piena un solo palmo di aumento.

Per quell' accordo, che abbiamo veduto trovarsi tra le misure delle sezioni dedotte da diversi principj ci lusinghiamo che sieno ancora per essere conformi alla esigenza del nuovo fiume, onde a norma di esse con tutta fiducia, e quasi sicurezza di non errare possa intraprendersi la formazione dell' alveo. Che se taluno ci opponesse la incertezza dei metodi somministrati dall' Idrostatica, e credesse di colpir meglio nel segno pronunciando un giudizio fantastico, e arbitrario appoggiato soltanto ad una oculare ispezione, io lo prego di riflettere, che per quanto incerti sieno i metodi fin' ora praticati, ha però l'incertezza loro certi limiti; ma non so poi quai limiti aver possa la fantasia, e l'arbitrio.

Non abbiamo parlato di golene, le quali in più luoghi sarebbero

inutili massimamente per avere noi assegnato alle ripe una scarpa assai vantaggiosa in riguardo alla tenacità del terreno. Per altro ove conoscesse il Direttore, che vi fosse pericolo di corrosione, o che vi fosse risparmio di spesa nell' attuale esecuzione, farà egli accrescere la capacità quanto importa lo spazio occupato dalle golene.

Colla predetta sezione si procederà fino alla confluenza del Fosso di Cisterna, o delle Congiunte, e perchè quivi cominciamo ad accostarci colà dove i torrenti sono provveduti di molta caduta, per cui le acque scorrono con molta velocità, sarà più espediente prendere regola dagli alvei vecchj riattati, come fra poco diremo, giacchè la grande differenza delle velocità fin' ora incognite non permette di calcolare il rapporto delle capacità, e delle sezioni. Rispetto agli scoli delle campagne sarebbe inutile l' impegnarci ora a descriverli a parte a parte, e a indicarne l' andamento. Tolte che fossero le espansioni de' fiumi, e de' canali d' acque perenni, restano le sole acque di pioggia, che con fossi di facile, e spedita costruzione potranno condursi colà dove il declivio li chiama, nè per ciò fa di mestieri ricorrere ai principj più reconditi della Idrostatica.

Prima di parlare delle pendenze voglio esporre due miei desiderj diretti al bene dell' opera. Sapiamo, che giova unire le acque, ove i fiumi non portino ghiaie, onde mi piacerebbe, che dove l' Uffente, e l' Amaseno si congiungono a Capo Selce, trapassando quivi così uniti la via Appia, fossero introdotti nella Linea Pia, con che si avrebbe l' unione di tutte le acque a maggior distanza dal mare, e la differenza sarebbe di tre miglia in circa, quanta è la distanza da Capo Selce alle Macerie ove la pianta mostra la predetta unione. L' altro desiderio sarebbe di tenere la linea Pia, alquanto discosta dalla via Appia, poichè se questa fosse destinata a servire d' argine sinistro, e le piene si alzassero sopra il piano della via, sarebbe indecente, e mostruoso ingombrarla con argini per impedire le espansioni del fiume. Avendo comunicati questi miei desiderj col Rapini, tanto è vero che sono conformi al genio suo, che mi ha indicato un altro motivo di ciò fare. Trovasi la via Appia in più luoghi dirupata, e guasta. Molte grosse pietre a bello studio distaccate, e gettate a canto del fondamento della via per agevolare la pescagione occupano quel fondo, che si vorrebbe escavare, e il trasportarle altrove ritarderebbe non poco il lavoro, ed accrescerebbe la spesa, la quale per altro è stata contemplata dal Rapini nel suo calcolo.

In riguardo alle pendenze molte riflessioni convien fare per adattarsi alle circostanze del luogo, e all' esigenza dell' acque. Se si considera la qualità del terreno sodo, e tenace, potrebbe forse mantenersi una pendenza maggiore di quella, che si richiede per sostenere, e spingere oltre le materie incorporate coll' acqua. Con questa

maggiore pendenza aumentandosi la velocità si accresce la forza di tenere espurgato il fondo, e di sradicare le piante, che germogliano in copia, e che si veggono in più luoghi essere d' impedimento alla corrente. La grande fecondità di cotesto terreno forse ha non poco contribuito a disordinare il sistema tante volte ristabilito, e altrettante volte sconcertato, e ridotto come trovasi presentemente. Dall' altra parte coll' eccesso della pendenza nel fiume principale potrebbesi escludere qualche influente, il quale se fosse provveduto di acque torbide forse non avrebbe sufficiente caduta per portarsi da se solo al mare. Parlando ora del fiume principale, e supponendo che da Capo Selce fino a Badino, s' abbiano le acque tutte raccolte in un solo alveo, io mi tengo certo, che il fondo per tutto quel tratto non abbisogni di alcuna pendenza, e si disponga in una curva, che resti sepolta sotto il pelo basso del mare. Potrei qui addurre mille esempi d' altri fiumi, e molti ne addussi in una dissertazione stampata (1), dimostrando che per legge costante della natura, qualunque alveo di fiume verso lo sbocco in mare forma una manifesta concavità più o meno estesa secondo che sia maggiore o minore il fiume; ma senza ricorrere agli esempi d' altri fiumi, a noi dee bastare ciò, che succede nel Portatore, in cui come mostra il profilo, dalla confluenza dell' Uffente, e dell' Amaseno fino allo sbocco in mare ritrovasi il fondo sotto la linea orizzontale. Tutto ciò è stato ottimamente avvertito dal Rapini nella sua relazione, e colla cadente descritta nel profilo ci dà a conoscere di avere trascurato quest' ultimo tronco del fiume, altrimente avrebbe impostata la cadente sul fondo alla foce.

A Capo Selce, o poco prima di giungervi s' incontra la Cavatella fatta recipiente di tutte le acque superiori, che qui dee riguardarsi come influente rispetto al fiume poc' anzi descritto. Il fondo d' ogni influente non si spiana sul fondo del suo recipiente se non quando fossero di eguale portata, ma nell' ingresso forma come uno scalino, la cui altezza dipende dalla proporzione che hanno le altezze di acqua ne' due confluenti. Ciò non parmi di tanto rilievo, che meriti un particolare esame; poichè supposta una discreta discesa dell' influente non resta sensibilmente alterata la cadente descritta nel profilo con una pendenza di palmi 2. per miglio, la quale pendenza dal Manfredi, e dal Bertaglia fu giudicata convenire al corso di quelle acque. Lo stesso viene confermato dal Boscovik sul fondamento di alcune livellazioni da lui fatte nella Cavata superiormente alla torre di S. Lidono. Che se tal pendenza si trovò in quel sito

(1) Vedi più sotto in questo volume.

essere conforme all' esigenza delle acque, con più forte ragione dobbiamo noi credere, che basti nel tronco, d'alveo, di cui parliamo, ove si avrà un concorso di acque molto maggiori. Certamente se i fiumi di quei contorni fossero così torbidi, come i nostri, la pendenza di palmi 2. sarebbe molto inferiore al bisogno, ma attesa la pochissima loro torbidezza, e la rettitudine dell' alveo, sono persuaso, che sia più che sufficiente; e quando mai contro ogni ragione si volesse supporre necessaria una pendenza alquanto maggiore, correndo il fiume quasi tutto incassato fra terra poco vi vorrebbe a rialzare gli argini per contenere le acque, e impedirne lo spandimento. Quest' opera grande non potea più sagacemente essere immaginata, dacchè tale sistema si è adottato, in cui succedendo un errore sarà facile e pronto il rimedio. Esaminando il profilo, e confrontando i piani delle campagne adiacenti colla cadente, non parmi che convenisse per conto alcuno far uso di una pendenza maggiore, bensì crederei conforme all' indole, ed esigenza de' fiumi procedendosi colla escavazione da Capo Selce verso le parti superiori incominciarlo con una pendenza alquanto minore di palmi 2. per accrescerla poi ne' siti più lontani dal detto luogo.

Osservando attentamente sulla pianta, e i profili, l' andamento, e la situazione de' fiumi, che discendono nella palude, niuno ne ho ritrovato, che ricusi d' unirsi colla linea Pia. Il solo timore, che mi rimanesse, riguardava unicamente il fosso di Cisterna, o delle Congiunte; considerando poi, che il solo corso può piegarsi in modo, così che per unirsi colla linea Pia non si prolunghi più di un miglio e mezzo, colà dove trovasi una caduta di palmi 6, ho deposto ogni timore, e mi sono sempre più confermato nella persuasione, che questa linea dal perspicacissimo intendimento di Vostra Santità proposta, sia l' unico mezzo per restituire a quell' ampio terreno la perduta coltivazione.

Non può cadere alcun dubbio sopra gli scoli particolari de' campi, a' quali basterebbe qualunque benchè piccola pendenza. Le campagne a destra, e a sinistra della Pedicata, come pure quelle a destra, e a sinistra della Scaravazza in poca distanza dal mare sono più alte della orizzontale ove 5, ove 6. palmi; ed il Vialone Gabrielli, che riguardasi come il sito più basso in quei contorni, resta superiore alla orizzontale palmi 5, essendo la distanza dal mare di miglia 5. La pendenza di un palmo per miglio in uno scolo è soprabbondante.

Lo stesso Pantano dell' inferno, ove ora ristagnano le acque, avendo il suo fondo sopra l' orizzontale palmi 4, e non essendo la sua distanza dal mare più di miglia 4. aver potrebbe uno scolo felice. Una maggiore abbondanza di pendenza rilevasi nelle campagne dal mare più lontane. La linea trasversale livellata lungo il fosso di Mesa dal

fiume Sisto alla via Appia in distanza dal mare di miglia 10. denota essere l'altezza delle campagne laterali di palmi 18, e rispetto all'altra linea trasversale intitolata *Sezione dell' Agro Pontino* dal mare distante miglia 15. i siti più bassi restano superiori alla orizzontale palmi 19.

Giacchè da principio abbiamo posto per fondamento delle nostre considerazioni la misura della sezione capace di contenere le acque che concorreranno in un solo alveo, sarà di molta importanza l'accertare prima d'intraprenderne l'escavazione, se dette misure sieno poi così prossime e conformi al vero, come lo fa sperare la corrispondenza dei risultati dedotti con diversi metodi.

Tutta la cautela da usarsi in questo caso consiste nell'ordine de' lavori, e quantunque il Rapini l'abbia accennato nella sua relazione, vuole però l'importanza dell'affare, che io ne tratti più diffusamente. Si sa per le relazioni di tutti quelli, che hanno visitato i contorni della palude, essere universale lo spandimento di tutte le acque per modo che niun fiume, e niun canale trovasi, che non sormonti le ripe per cagione degli impedimenti, che chiudono l'alveo, o perchè sieno in più squarciati, e aperti gli argini. Dirsi principio a cotesta grande opera col togliere gl'impedimenti dai fondi, e col ristaurare, e chiudere gli argini per tutto quel tratto del fiume, che non sia soggetto a mutazione di corso nell'attuale esecuzione della linea Pia. Per esempio il Vinfa, e il Teppia uniti formano la Cavata, la quale come dimostra la pianta dovrà poi discendere nella Cavatella in faccia alla torre di S. Lidono, e quivi abbandonare l'antico alveo, onde tutto l'alveo superiore, che dovrà egualmente servire alla nuova linea, potrebbesi sul bel principio ristaurare nel modo, che abbiamo detto. Così l'Amaseno con poca spesa potrebbesi in tanto rivolgere, e scaricare nel pantano dell' Inferno, acciocchè ivi depositasse tutta la materia strappata dal letto superiore. Demolita la peschiera di Canzo non sarebbe di poca conseguenza l'abbassamento del fondo. Facciasi lo stesso per tutti gli altri fiumi, o torrenti che saranno tributarj della linea Pia, trascurandosi per ora gli scoli, de' quali non è per anche stabilito l'andamento. Sarà inoltre necessario estirpare tutti gli acconcj, e atterrare tutte le peschiere, che in più luoghi della palude, a comodo della pescagione trattengono l'acqua, e affogano per sino quei piani, che per l'alta loro situazione appena cessata la pioggia rimarrebbero asciutti. Seguendo quest'ordine se ne avrebbono diversi vantaggi senza gettito di spesa inutile, giacchè o presto, o tardi bisogna, che tutto ciò si eseguisca. In primo luogo si ottiene la facoltà di meglio conoscere la portata di ciascun fiume, da cui dipende la capacità dell'alveo da costruirsi per recipiente di tutte le acque, imperocchè non sarà

difficile trovare una sezione, che abbia quei requisiti, che prescrive il Guglielmini per calcolare con qualche sicurezza il corpo d'acqua, che scorre in un dato tempo, nè vi sarà luogo a temere, che resti defraudato il calcolo per la mancanza di quell'acqua, che nello stato presente viene divertita altrove. Non sarebbe da trascurarsi la velocità superfiziale essendo probabile, che in que' siti venga notabilmente accresciuta per la soverchia pendenza del fondo.

Considero in secondo luogo non potersi riattare, e comporre il fondo di questi fiumi, così che non resti qua e là sparsa molta terra, che dalle prime escrescenze verrà poi trasportata inferiormente, la quale se fosse costretta a ricadere nell'alveo nuovo darebbe motivo di temere qualche sconcerto. Ora si deponga pure questa terra ovunque piaccia alla natura di trattenerla non potrà seguirne altro che bene.

In terzo luogo sarà di qualche vantaggio il conoscere con replicate esperienze la condizione della torbida per tutti i fiumi, procurando tale notizia con un esperimento simile a quello, che ha fatto il Rapini sopra l'acque dell'Amaseno, e del Teppia, usando per altro le dovute cautele per non confondere la torbidezza naturale del fiume, con quella, che viene accresciuta per colpa de' lavori fatti nell'alveo superiore, de' quali abbiamo poc' anzi parlato. Non so del tutto disprezzare la torbidezza di que' fiumi, di cui mi ha dato sospetto il vedere, che dalla parte destra della via Appia, come dimostra il profilo, la campagna è più alta molti palmi della campagna a sinistra; e appunto da quella parte si spandono il Teppia, e il fosso di Cisterna che sono torbidi. Nè parmi verisimile il supporre, che tale differenza sia naturale a quel terreno, dacchè non è verosimile il supporre, che Appio Claudio per fabbricare la sua strada avesse scelta quella linea, ove si trovasse cotal differenza tra i piani delle campagne. Non intendo con questo mio discorso di accusare per troppo piccola la pendenza di due palmi per miglio; intendo soltanto di avvertire, che conviene prepararsi a rialzare gli argini qualora la natura delle acque contro ogni nostra aspettazione richiedesse una pendenza alquanto maggiore. Che se si prevedesse con qualche probabilità questa esigenza della natura, sarebbe contrario alle buone regole di economia escavando l'alveo più del bisogno.

Abbiamo in quarto luogo motivo di sperare, che dopo le accennate operazioni si agevoli talmente lo scarico alle acque, che la inondazione si restringa ad uno spazio molto minore; e allora sarà la palude quasi per tutto accessibile, e in potere del Direttore, a cui sarà concesso di scoprire gli antichi canali, e di meglio conoscere ove più torni a conto eseguire la escavazione di ciascun alveo.

Nel fine dell'esposizione di questo progetto tratta il Rapini della

navigazione, e di stabilire un porto; due grandi oggetti, che meritano le providenze, e le cure di Vostra Santità. Rispetto alla navigazione quando altra pendenza non si richiegga nel fiume, che quella di palmi due per miglio, ha fatto vedere l' esperienza, che sia praticabile, e al più potrebbe riuscire alquanto faticoso il barcheggio contro acqua nel tempo delle maggiori escrescenze. Rispetto al porto, prima di parlare mi convien confessare la mia imperizia, non avendo mai avuto nè il comodo, nè l' occasione di attentamente osservare gli effetti maravigliosi, che produce il mare entro i porti, e lungo le spiagge. Esporrò tuttavia quel poco, che ho dedotto da quei fatti, che sono a mia notizia. Se si trattasse di fare un porto a canale colà dove si avrà lo sbocco del nuovo fiume, io mi tengo certo, che si avrebbe un comodo ingresso, quando si avesse la cura di mantenere con doppie palizzate ristretta la foce; e quantunque occoresse ad ogni tanto inoltrarsi entro mare per le deposizioni accumulatesi alla bocca del porto, pure per la poca torbidezza del fiume non sarebbe sì frequente il bisogno, come lo è a Fiumicino, e in tutti i porti dell' Adriatico, ove sboccano fiumi, e torrenti torbidissimi. Forse ancora potrebbe succedere, che per la situazione della spiaggia a Badino fosse tale la possanza della corrente litorale, e delle burrasche di spingere altrove la terra, e l' arena, condotta dal fiume, che escludesse il bisogno de' predetti lavori. Tale lusinga nasce dal vedere non essere a Badino alcun vestigio d' interramento, come si scorge in altri simili porti chiusi d' intorno da' banchi, e scanni, e principalmente alla destra, cioè a seconda della corrente del mare. La stessa antica torre di Badino aderente al mare porge un altro argomento, che non siasi prolungata la spiaggia. È ben vero, che i fiumi di più alta origine non vi portano ora le torbide, ma è vero altresì che il Portatore, il quale riceve l' Amaseno non può a meno in tempo di piena di non essere alquanto torbido, onde dopo il lungo tratto di tempo decorso, se la materia portata dal fiume si trattenesse dentro la spiaggia, sarebbonsi oggimai rendute sensibili le alluvioni.

Stabilita la bonificazione della palude per la linea più facile, e più breve, qual viene indicata dalla stessa natura, e dalla Divina Provvidenza riserbata a rendere sempre più memorabile, e glorioso il Pontificato di Pio VI, si vedrà poi se col prolungarne il corso, e piegarla in modo, che termini al porto di Terracina, resti in menoma parte pregiudicata la bonificazione, e se vi sia speranza di ottenere un comodo porto per le barche di mare, al che ci invita la magnifica fabbrica a tal uso eretta dagli antichi Romani. A me pare che nulla più si otterrebbe, che un porto a canale, conciossiachè il fiume entro il recinto di quelle mura si formerebbe a poco a poco un

alveo proporzionato alle sue acque colle deposizioni laterali della torbida, ove resterebbe l' acqua come stagnante. Di ciò mi persuadono le ragioni addotte dal Guglielmini per la rimozione de' fiumi Brenta, e Piave dalla laguna di Venezia. Se fossero a nostra notizia le principali cagioni, per cui trovasi ora colmato cotesto porto non sarebbe forse difficile prendere le opportune precauzioni. Chi sa che non provenga l' interrimento dal mare, che in tempo di burrasca, e quando spirano venti mezzigiorni, e libeccj infesti a quella spiaggia, v' abbia portato quelle arene, che ora riempiono il porto. Chi sa che non s' abbia ad incolpare l' Amaseno, che ne' tempi remoti fosse introdotto entro il porto, come da alcuni vestigi d' alveo apparisce, e poi ne fosse rimosso conosciutone il pregiudizio. Non mancherà forse, chi vorrà sostenere, che la rimozione di tutte le acque abbia da se sola prodotto tutto il disordine sul riflesso, che un corpo d' acqua ragguardevole sia capace d' impedire, che il mare vi spinga dentro le arene, e di sgombrare tutte quelle portate dal fiume. La mia insufficienza non mi permette di pronunciare un giudizio su questo punto. Al difetto mio supplirà certamente il fino accorgimento di Vostra Santità, alla quale con profondissima venerazione bacio i Santissimi piedi.

Bologna a di 28. Agosto 1777.

RAGIONAMENTO

SOPRA LA DISPOSIZIONE DELL' ALVEO DEI FIUMI VERSO LO SBOCCO IN MARE.

Nell' affare, che ora si tratta, d' unire in un solo alveo tutte le acque, che si spandono per vaste pianure con indicibile danno delle provincie di Bologna, di Ferrara, e di Romagna, uno de' punti principali da stabilirsi si è questo, se l' alveo di qualunque fiume nel suo tronco inferiore, con cui sbocca in mare, debba essere dotato di qualche pendenza, o se debba riguardarsi, come orizzontale. Ne basta il determinare ciò in termini generali; ma per regola delle operazioni, che si vorrebbono intraprendere, sarebbe necessario assegnare la quantità della pendenza, posto che la natura del fiume esigesse un fondo inclinato sino alla foce; oppure nell' altro supposto converrebbe assegnare il termine del fondo orizzontale, per cominciare da esso a distribuire le pendenze verso le parti superiori. Gioverebbe al nostro intento, che molte osservazioni fossero state fatte in diversi fiumi, perchè dal confronto delle misure prese nei tronchi inferiori verso lo sbocco, sarebbe facile il riconoscere qualche legge costante della natura che servir potrebbe di regola per una nuova inalveazione. In mancanza delle molte notizie, che si desiderano, procureremo coll' aiuto delle poche che abbiamo, di prendere qualche lume, intendendo sempre di sottoporre all' altrui giudizio le considerazioni, che ora faremo.

Convengono tutti gl' Idrostatici, che quanto maggiore si trova essere la velocità dell' acqua, o abbiasi questa velocità per la semplice altezza, o per la caduta superiore, tanto maggiore sia la forza di escavare il fondo. Ciò si vede chiaramente in una pescaia, ove rendendosi più pronto, e libero il corso dell' acqua, si fa ancor più veloce; si vede dissi il fondo escavato in modo, che per unirsi al ciglio della pescaia diventa acclive, lasciando dietro di se una notabile concavità. Lo stesso effetto si riconosce in un fiume, ove da una sezione molto ristretta si passi ad una assai dilatata, mentre nello spazio ristretto si trova il fondo disposto in una manifesta concavità, corrispondendo il maggior fondo, per quanto può giudicarsi, al luogo ove è maggiore la velocità dell' acqua corrente. Ne sembra ragionevole il credere, che si formi quella profondità nella sezione

ristretta per bisogno che vi sia di accrescere spazio al corpo d' acqua che vi deve scorrere, perchè non mancano autori, che ci assicurano, condotti dall' esperienza, e dalla ragione, non doversi riguardare tutta la sezione come viva, e che l' acqua, la quale ristagnerebbe in quel cavo, se il fiume restasse asciutto, ci dà indizio, se non in tutto, almeno in gran parte, di quanto vi sia di superfluo nella sezione, mentre sarebbe lo stesso pel libero corso del fiume, se in vece d' acqua si riempisse il cavo di terra. Nè vale il dire, che poichè il fiume ha escavato quel fondo, e di nuovo l' escaverebbe, se di nuovo fosse colmato di terra, esige la natura una tale concavità per proporzionarla al corpo d' acqua corrente; imperocchè non sempre gli effetti dipendono da quelle circostanze, che ad essi vanno necessariamente congiunte. La forza dell' acqua nella sezione ristretta, vincendo la resistenza del fondo, il va corrodendo fino a che resti tra la corrente, e il fondo un corpo d' acqua, che serva di difesa, e a rintuzzare l' impeto, e la forza della corrente. Giunto il fiume allo stato d' equilibrio cesserà la corrosione; e quando mai per nuovi accidenti restasse diminuita la velocità della corrente, comincerebbero nel cavo a raccogliersi gl' interramenti deposti dall' acqua torbida; e per lo contrario se maggiore divenisse la velocità, per ottenere l' equilibrio vi sarebbe bisogno di maggior acqua interposta, cioè a dire d' una maggiore profondità.

È parimente noto ad ognuno, che la superficie della massima escrescenza deve spianarsi allo sbocco colla superficie del mare, a cui parimente si unisce la superficie del pelo basso del fiume: e che la profondità della foce in ogni fiume è molto piccola se si paragona alla massima altezza dell' acqua nelle parti superiori. Abbiamo ancora dalle osservazioni, come notò Eustachio Manfredi, che il pelo alto del fiume lontano dallo sbocco è sensibilmente parallelo al pelo basso (1) quando però non vi concorrano circostanze tali, che facciano alterare le loro pendenze; e in altro luogo (2) s' esprime in questi termini. *Onde anco il pelo alto del Po si scorge avere qualche curvità, e questa nelle parti superiori procedere quasi parallela alla curvatura del pelo basso, avendo noi veduto che l' uno, e l' altro pelo in quelle prime 12 miglia (cioè dalla Stellata a Lagoscuro) ha per ciascun miglio 7 once in circa d' inclinazione coll' orizzontale; ma poi vanno finalmente a concorrere insieme le due curve suddette allo sbocco del Po, ove l' una, e l' altra tocca una linea orizzontale, e con essa si confonde*. Da ciò ne segue, che a qualche distanza

(1) Vedi il Tomo V. di questa raccolta.
(2) Dialoghi fra Giorgio, Maurelio ec. Vedi il volume suddetto.

dallo sbocco debbano per necessità cominciar le sezioni vive a divenir meno alte, e che dove ciò succede, debba in compenso crescere la velocità dell' acqua, giacchè le medie velocità sono nella ragione reciproca delle sezioni (1). Che se questa velocità fosse tanta, quanto possiamo concepirla in una sezione ristretta, siccome di sopra abbiamo detto, dovrà seguire lo stesso effetto, e dovrà il fondo in quel tratto d' alveo, ove la forza dell' acqua superi la resistenza, escavarsi, e formare una concavità, che dando ricetto a un corpo d' acqua come stagnante, impedisca al fiume una ulteriore escavazione; per la qual cosa la velocità dell' acqua dovrà tutta dipendere dalla pendenza della superficie, e non da quella del fondo. Ciò è conforme a quello che ha scritto il Guglielmini (2) ed il Mariotte (3) e prima di loro il Torricelli, siccome riferisce il p. abate Grandi (4) colle seguenti parole „ *ed è di parere in certe sue scritture sopra la Chiana, che la velocità dell' acque correnti debba piuttosto regolarsi colla pendenza della superficie, che con quella del fondo.*

Una osservazione, che ho fatta sul profilo del Tevere, servirà essa pure a dimostrare quanto la pendenza della superficie contribuisca alla maggiore velocità. Questo fiume prima di sboccare in mare, scorrendo sopra un fondo, che deve riguardarsi come orizzontale, si divide in due rami, uno de' quali si domanda ramo d' Ostia, e l' altro di Fiumicino. Il primo, che resta a Levante, è lungo pertiche 1900. in circa, e il secondo pertiche 1000, dalle quali misure apparisce essere il primo quasi doppio in lunghezza del secondo. Nella carta, di cui appresso parleremo, ove è segnata la pianta, e il profilo del fiume, sono descritte diverse sezioni, e particolarmente quelle, che furono scandagliate sul luogo della diversione. Le larghezze in superficie della sezione nell' ingresso del ramo d' Ostia è di piedi 304, e quella di Fiumicino piedi 129; l'altezza ragguagliata della prima piedi 20. 3., e della seconda piedi 19. 3. Queste sezioni fanno vedere, che s' alza il fondo un piede nell' ingresso di Fiumicino. Ho fatto il calcolo, servendomi della tavola parabolica del padre abate Grandi per rinvenire la proporzione delle acque divise, le quali scorrono in maggior copia pel ramo d' Ostia, non solo per essere maggiore la larghezza della sezione, ma ancora per essere più profonda. La proporzione, che risulta dal calcolo, è di 23 a 9. Se valesse semplicemente la ragione del maggior corpo di acqua per conchiudere

(1) Guglielmini. Della misura dell' acque correnti. Tomo II. di questa raccolta.
(2) Guglielmini. Natura de' Fiumi Cap. V.
(3) Trattato del Moto dell' acque Part. II.
(4) Riflessioni sull' Era. Vedi il Tomo IV. di questa raccolta.

quanta e quale debba essere l'escavazione del fondo, si direbbe che maggior escavazione dovesse trovarsi nel ramo d'Ostia, che in quello di Fiumicino; e pure succede tutto il contrario, come dimostra il profilo, mentre nel ramo di Fiumicino arriva la bassezza del fondo sotto l'orizzontale a piedi 19, e nell'altro ramo non oltrepassa piedi 10: bisogna dunque ripetere la cagione di questo fatto dalla pendenza della superficie. Essendo la lunghezza del ramo di Fiumicino la metà in circa di quella dell'altro, ed essendo queste lunghezze come le tangenti degli angoli, che fanno le linee delle due superficie colle linee verticali, avranno le tangenti la stessa doppia proporzione; ma le tangenti di due angoli sono reciprocamente come le tangenti dei complementi, e trattandosi d'angoli assai piccoli, sono le tangenti come gli archi: dunque l'angolo della pendenza ragguagliata nel ramo di Fiumicino è doppio dell'altro angolo; e però non è meraviglia se nasca tale velocità, che produca una maggiore escavazione, avvegnachè sia minore il corpo di acqua, che scorre da quella parte.

Per queste riflessioni resteremo facilmente persuasi, che dalla foce andando su per il fiume debba incurvarsi il fondo, senza soggettarsi ad alcuna regolare, e continuata pendenza, bensì per esser la curva disposta col concavo all'insù, si farà il fondo declive, e poscia acclive; onde tirandosi una linea orizzontale dalla sommità del fondo sulla foce per l'alveo del fiume, ove questa lo incontrerà, avremo un punto da cui procedendosi verso la foce non avrà il fiume bisogno di alcuna pendenza, e potrà riguardarsi per le cose dette, come se fosse orizzontale. Che se condurremo l'orizzontale non dal fondo, ma dalla superficie del pelo basso del mare, ove questa incontrerà l'alveo, avremo il termine di quel tratto, che resta sempre bagnato dall'acqua, e potremo in oltre asserire, che dal detto punto alla foce, altra caduta non abbisogni, che quella, che sia eguale alla profondità della foce.

Niuno pretenderà certamente, che per istabilire qualche regola s'abbia primieramente a definire geometricamente la natura della curva, che abbiamo divisata, e molto meno dovrà aspettarsi di riconoscerla nell'alveo de' fiumi così regolare, come verrebbe descritta da un Geometra. Le varie resistenze del fondo, le diverse larghezze, le tortuosità cagionando effetti talvolta contrari, non ponno a meno di non alterar quella legge di continuità, che noi ci finghiamo, considerando le cose in astratto.

Dovremo solamente procurare di riconoscere colle misure ragguagliate qualche costanza negli effetti della natura. A questo fine prenderemo ora a considerare que' fiumi, che per i particolari interessi delle provincie adiacenti sono stati più degli altri osservati, e descritti.

Ho preso ad esaminare il profilo del Po di Lombardia pubblicato dopo la visita dell' anno 1721. In esso è notata la linea della massima escrescenza dal Ponte di Lagoscuro fino al mare, succeduta il mese di Novembre dell' anno 1719. Ho in primo luogo cercato il punto ove comincia a piegarsi sensibilmente la detta linea verso il pelo basso notato sul profilo, perchè da esso cominciando sensibilmente ad abbassarsi le sezioni, è forza che s' abbia un aumento di velocità, atta a produrre l' effetto di una maggior escavazione. Sappiamo già, che le linee delle massime escrescenze non ponno notarsi su i profili con un sommo rigore di esattezza, dipendendo per lo più le indicazioni dalle relazioni dei paesani, che abitano in que' contorni; ma noi non pretendiamo nè meno di fare deduzioni precise, e ci contentiamo di riconoscere le cose a un di presso.

Esaminando l' accostamento del pelo alto al pelo basso del fiume tra il ponte di Lagoscuro, e la chiavica di Racano il trovo di piedi 1. 5, cioè a ragione d' once 2. per miglio in quel tratto di pertiche 3910. dal che si vede, che le sezioni hanno di già cominciato a divenir meno alte. Dalla chiavica di Racano a quella de' Certosini, cioè in una distanza di pertiche 5095, conservandosi presso a poco la stessa pendenza del pelo basso, riesce l' accostamento del pelo alto al pelo basso, di piedi 3. 11, cioè in ragione d' once 4 $\frac{1}{4}$ per miglio, indi va crescendo verso le parti inferiori, e in fine si diminuisce nell' accostarsi alla foce, dovendo ciò succedere ove per mancanza di argini il fiume può dilatarsi, e formare un lago, che in un certo modo comincia ad assumere la natura del mare vicino.

Da queste misure si raccoglie, che il punto ove comincia a piegarsi la superficie del pelo alto, e ad accostarsi a quella del pelo basso, resta alquanto superiore al ponte di Lagoscuro. È noto per gli scandagli fatti sul fondo del Po, che la orizzontale del pelo basso del mare condotta su per il fiume, incontra il fondo fra il Ponte di Lagoscuro, e la Stellata; onde il punto di questa linea orizzontale segnato sul fondo, e il punto ove la superficie dalla massima escrescenza comincia sensibilmente a piegarsi, cadono presso a poco a eguale distanza dalla foce. Si consideri inoltre che nel predetto punto, a cui giugne l' orizzontale del pelo basso del mare, tutta l' altezza della massima escrescenza distribuita egualmente nella distanza di esso dalla foce, ci somministra la pendenza ragguagliata della superficie, la quale pendenza risulta nel caso presente di once 7 $\frac{1}{2}$ per miglio.

Sebbene la pendenza del pelo basso del fiume nell' intervallo, che abbiamo considerato, sia minore di quella del pelo alto; perchè poi si va aumentando verso le parti superiori, sarà necessario incontrarsi in tal luogo, ove essa agguagli quella pendenza, che abbiamo

trovata nella massima escrescenza verso lo sbocco. Volendo io fare una tale ricerca, mi è convenuto ricorrere a quelle pendenze del Po, che Eustachio Manfredi con sode congetture ha stabilite, mentre non si hanno esatte livellazioni di questo fiume. Fa conto il Manfredi, che tra la Stellata, e Lagoscuro (come s' è detto di sopra) la pendenza ragguagliata sia d' once 7 per miglio; tra la Stellata, e il Mincio (1) d' once 8 ½; onde si può dire, che dal punto ove il pelo alto comincia a piegarsi verso il pelo basso, procedendo all' insù per il fiume ad una distanza minore di quella del detto punto dalla foce, la pendenza ragguagliata del pelo basso sia eguale alla pendenza ragguagliata della massima escrescenza verso lo sbocco. Esaminiamo senza cercare la ragione di ciò che succede, se l' osservazioni sieno d' accordo in dimostrare negli altri fiumi la stessa corrispondenza fra le misure, che abbiamo ora considerate nel profilo del Po.

Abbiamo un profilo del Tevere, che unitamente ad alcuni ragionamenti sopra le cagioni, e i rimedi delle inondazioni fu pubblicato in Roma l' anno 1746. per ordine di Benedetto XIV. di gloriosa memoria. Sono in esso notati i peli bassi del fiume corrispondenti a' giorni ne' quali furono fatte le livellazioni; la linea della massima escrescenza dell' anno 1742. e la linea del massimo fondo. Esaminando queste linee, e cercando il punto ove la superficie della massima escrescenza comincia sensibilmente ad accostarsi al pelo basso, ho creduto che esso punto debba stabilirsi nel luogo ove è notata la sezione S, la qual resta lontana miglia 21. dalla sezione *ee*, misurata presso la foce d' Ostia, ove termina la sponda sinistra, intendendo sempre ridotte le misure alle nostre di Bologna. Il fondo per tutto questo intervallo è molto irregolare. La linea orizzontale del pelo basso del mare incontra il fondo ad una distanza dalla sezione *ee* di miglia 15. Quivi si alza il fondo formando come un dosso alto piedi 3. Proseguendosi poi su per l' alveo per un tratto di miglia 6. si vede il fondo ora più alto, ora più basso dell' orizzontale con questa differenza, che la bassezza giugne in più luoghi ad otto piedi, e l' altezza non oltrepassa i piedi 6 ½. Se poi si considera l' estensione in lunghezza, ove il fondo è più basso in paragone di quella ove è più alto, non v' ha dubbio che la prima non sia di gran lunga maggiore della seconda; onde fatto un compenso delle profondità, colle prominenze, che in esso si scorgono, a cui dovrebbesi aver riguardo, trattandosi di una nuova inalveazione, si conchiuderà, che sia conveniente il supporre tutto l' intervallo di miglia 21. disposto in una linea, che si estenda sotto l' orizzontale del pelo basso del

(1) Dialoghi fra Giorgio, Maurelio ec.

mare, e a cui altra pendenza non possa attribuirsi, che la sola profondità della foce. Paragonate l'altezze della massima escrescenza ne' punti estremi di tutto questo intervallo di miglia ventuno, si deduce la pendenza della superficie d' once 20 per miglio. Questo fiume esige nelle parti superiori una pendenza abbondante; del che sarebbe ora inutile addurre la ragione, che ciascuno può leggere nel libro a cui sta annesso il profilo. Basta per ora il riflettere, che procedendo dal punto a cui corrisponde la sezione S verso le parti più alte, senza però accostarsi a que' luoghi, ove il fiume porta la ghiaia, si trova in una lunghezza di miglia 10. cioè sino alla sezione K la pendenza mezzana del pelo basso del fiume d' once 20. Non ho preso un intervallo maggiore, perchè superiormente alla sezione K in distanza di 7 miglia si trova l' alveo sparso di ghiarella minuta. In questa ricerca non ho tenuto conto della pendenza del fondo per le grandi irregolarità che vi si trovano, giudicando che basti il riconoscere la situazione del pelo basso con riguardo però di riferire al medesimo giorno le differenti altezze, che in diversi giorni furono osservate. La pendenza d' once 20. che abbiamo dedotta s' accorda per l' appunto con quella, che conviene alla superficie della massima escrescenza nell' intervallo compreso tra la foce, e il punto della sua inflessione.

Se avessi avuto per le mani un maggior numero di profili non avrei mancato di fare in ciascuno lo stesso esame per meglio accertare quella qualunque siasi corrispondenza, che abbiamo trovata nel Po, e nel Tevere tra la pendenza della superficie, e del fondo. Un fiume così sregolato come è in oggi il Primaro non può dar lume sufficiente per questa ricerca. Spandendo esso in più luoghi le sue acque per mancanza degli argini, e non ricevendole unite dalle parti superiori, ma bensì lambiccate dalle valli ove sboccano i suoi influenti, non può ricevere quell' impulso, che avrebbe, se l' acque vi giungessero regolate, come negli altri fiumi. Si rifletterà ancora, che le pendenze non sono quali converrebbero all' acque torbide, come è stato ottimamente avvertito e da' Ferraresi, e da' Bolognesi, che in ciò poco disconvengono tra di loro. Ciò non ostante potrà essere di qualche vantaggio il riflettere sullo stato presente delle cose. Nel profilo descritto secondo le osservazioni della visita dell' anno scorso 1761. fatte coll' intervento de' periti delle provincie interessate, la linea della massima escrescenza de' 15. Novembre 1761. comincia sensibilmente a piegarsi, e comincia il fondo a disporsi sotto la linea orizzontale del pelo basso del mare in un punto dell' alveo superiore di quattro miglia in circa allo sbocco del Santerno. La pendenza della massima escrescenza dal predetto punto sino alla foce è di once 11. per miglio, come ognuno potrà riconoscere dal profilo medesimo.

Resterebbe ora da cercare la pendenza del fondo verso le parti superiori del fiume. Parendomi che convenisse in ciò tener conto di quella sola pendenza di fondo, in cui le acque scorrono unite, ho cercato la pendenza nel Primaro dalla confluenza del Cavo Benedettino fino al punto dell' inflessione della superficie, o sia fino al punto ove l' orizzontale del pelo basso del mare incontra il fondo, che è un tratto in circa di pertiche 7792. L' altezza del fondo sopra l' orizzontale nella confluenza del Cavo distribuita per ogni miglio di questa lunghezza, dà una pendenza di once 8. in circa minore della pendenza poc' anzi trovata nella superficie. Chi avesse voluto ottenere una totale corrispondenza tra la pendenza e del fondo, e della superficie, avrebbe potuto inoltrarsi su per il Cavo Benedettino, ove le acque portano un grado naturale di torbidezza; ma io avrei creduto in ciò di far violenza alla ragione, imperocchè non conviene in oggi riguardare, come una continuazione del Primaro il detto Cavo, in cui scorre un piccol fiume solitario, se pure si può dire, che vi scorra, mentre l' acque in parte si rivolgono alla sinistra dell' Idice verso la valle. Se la pendenza del fondo risulta minore di quella della superficie, l' osservazione non discorda punto dalla ragione, la quale senza l' aiuto di alcuna esperienza ci avrebbe insegnato, che le pendenze del fondo nelle parti superiori debbono essere minori di quelle, che si avrebbono se le acque, che superiormente concorrono in Primaro, portassero un grado eguale di torbidezza a quello delle acque, che si raccolgono nella parte inferiore.

Da ciò che abbiamo osservato sembra, che la natura ci dia a divedere con qual legge essa deponga l' alveo de' fiumi verso la foce. Questa legge consiste in ciò che la pendenza ragguagliata della superficie nella massima escrescenza dal punto ove arriva il pelo basso del mare sino alla foce sia eguale alla pendenza ragguagliata del fondo, o del pelo basso del fiume, cominciando dal medesimo punto, e procedendo verso la parte contraria. Per la qual cosa essendo data l' altezza della massima escrescenza sopra il fondo, che presa nel punto ove arriva il pelo basso del mare dee distribuirsi per la caduta della superficie sino al mare; ed essendo data la pendenza di essa, conveniente a ciascun miglio, la quale può aversi mediante la pendenza del fondo superiore al detto punto, ne risulta la distanza di questo fiume dalla foce; la quale distanza verrà espressa con una frazione, il cui numeratore sarà l' altezza dell' acqua sopra il fondo, e il denominatore la pendenza ragguagliata del fondo, presa come si è detto poc' anzi. Poniamo per esempio, che uniti, e raccolti che fossero in Primaro tutti i torrenti, non potesse elevarsi il pelo della massima escrescenza a più di piedi 16. conforme la opinione del chiarissimo sig. Marescotti, e che la pendenza ragguagliata del

fondo, per quanto grande si voglia supporre, non possa eccedere once 12: fatta la divisione come si è detto, risulta la lunghezza di miglia 16. per quel tratto d' alveo, che rimarrebbe inferiore all' orizzontale del pelo basso del mare.

Da questa semplice formola, dedotta non già da alcuna teoria, ma dalle sole osservazioni, se ne deducono diverse conseguenze. In primo luogo apparisce, che trattandosi di un piccolo fiume dovrà riuscire assai piccola per due ragioni la lunghezza ricercata dell' alveo, e perchè si avrà una minore altezza di acqua di quella, che si avrebbe in un fiume grande, e perchè si avranno maggiori le pendenze del fondo; onde è che il quoziente della frazione, che ha per numeratore l' altezza, e per denominatore la pendenza, si farà sempre minore a proporzione, che scema l' una, e l' altra cresce. Apparisce ancora dalla stessa formola quanto giovi, come è noto ad ognuno, il tenere l' alveo di un fiume più ristretto che sia possibile; imperocchè non solo si aumenta l' altezza colla diminuzione della larghezza, ma ancor si rende quel corpo di acqua più atto ad escavare il fondo, e però il fiume in istato di contentarsi di una minore pendenza.

Per accostarmi più che sia possibile ad un metodo geometrico nel trattare la presente questione, prenderò ora a considerare l' andamento della curva, secondo cui si dispone la superficie della massima escrescenza di un fiume, senza però adottare alcuna ipotesi. L' indole di tutti i fiumi è la medesima, e concorrono ad operare in essi le medesime cause, consistendo la differenza nel più, e nel meno; onde nell' esame, che ora si vuol fare, gioverà prender di mira il profilo del Po, perchè quanto più sono grandi gli oggetti, tanto più manifeste sono le differenze tra le misure, che si rilevano, e tanto meglio appariscono le loro proporzioni. Sullo stesso profilo il celebre abate Grandi fondò alcune sue congghietture tenendo dietro alla curva della massima escrescenza descritta nel profilo.

Abbiamo detto, che il pelo alto del Po comincia ad accostarsi al pelo basso superiormente a Lagoscuro, cioè in distanza dal mare in circa di miglia 50. Sia questo luogo il punto A (*fig. unica tav.* 1.) ed esprima la curva CAHGM la superficie della massima escrescenza. Sia la foce in M, oppure il luogo, ove il pelo alto si spiana sulla superficie del mare. Per A, e M si tiri una linea retta AM. Sia DM l' orizzontale del pelo basso del mare, che possiamo riguardare come una linea retta; e la linea irregolare OBF rappresenti il fondo. Dico in primo luogo, che la curva della massima escrescenza da principio è concava, e poi convessa, e poi di nuovo torna concava, formando due flessi contrari; ed in secondo luogo che la linea AM incontra la curva in quattro punti.

Abbiamo dalle osservazioni, su le quali è stato descritto il profilo; che la superficie della massima escrescenza da Lagoscuro a Racano pende once 4. per miglio; da Racano a' Certosini once 7, e quindi va crescendo la pendenza fino alla Cavanella, e dopo scema nello accostarsi del fiume allo sbocco. Bisogna dunque che gli angoli, che fanno i latercoli della curva, come in H, siano rivolti all' ingiù, e che perciò la curva sia di sopra convessa. Perchè poi gli ultimi latercoli in M si fanno orizzontali, dovrà nel fine la curva rivolgere il concavo da quella parte, ove era rivolto il convesso, e formare tra H, ed M un flesso contrario. Considerandosi la curva nella parte superiore verso C, ove essa procede parallela al pelo basso, ed insieme parallela al fondo, dovrà essere concava, giacchè il fondo viene riguardato come un poligono, i cui lati nello scostarsi dall' origine del fiume vanno scemando l' inclinazione coll' orizzonte. Stanti le cose a questo modo, sarà necessario l' incontrare nella curva un altro flesso fra C, e H.

La linea retta AM esprime la pendenza ragguagliata del pelo alto tra A, e M. Questa pendenza si è trovata di once 7 ½; dunque la pendenza della AM è maggiore della pendenza, che fanno i primi latercoli della curva da A verso H; onde è forza che l' angolo BAM sia minore dell' angolo mistilineo BAH, e che però la curva dopo il punto A resti superiore alla linea AM; ma i latercoli della curva si fanno orizzontali in M, dunque bisogna che verso la foce essa resti inferiore alla linea AM, e che vi sia un punto d' intersezione tra A, ed M. Superiormente al punto A dovrà la curva tagliare la stessa retta in un qualche punto C, perchè essendo concava la curva, e crescendo sempre gli angoli de' latercoli coll' orizzontale, non si può immaginare nè che la curva si allontani dalla retta, nè che ad essa si accosti come ad asintoto.

Qui può aver luogo una riflessione, che non sembra da disprezzarsi, giacchè s' accorda con ciò, che è stato osservato ne' fiumi da alcuni celebri Idrostatici. Dalle cose fin qui dette parmi s' abbia a raccogliere, che presso alla sezione AB debba cadere un massimo in riguardo all' altezza dell' acqua sopra il fondo; imperocchè supponendo il fondo dotato di una regolare pendenza, e che superiormente ad AB scorra il pelo alto parallelo al pelo basso, onde il moto possa prendersi come equabile, non potrà a meno di non succedere qualche alterazione in AB, ove il corpo di acqua comincia ad incontrare quella resistenza, che cagiona l' acqua del mare col suo rigurgito sino in B, e però dovrà l' acqua entro il fiume arrestarsi, e sollevarsi alcun poco per acquistare colla maggior altezza quella velocità, che perde sopravvenendo una nuova resistenza. Questo effetto corrisponde all' osservazione del Zendrini, che trova un massimo nelle altezze

delle acque de' fiumi, e che egli chiama ventre della piena. Io non posso asserire, che questo massimo s' abbia nel Po, mentre nel profilo da me esaminato manca la linea del fondo. Posso bensì assicurare, che tanto nel profilo del Tevere, quanto in quello di Primaro si scorge una maggiore altezza di acqua presso a poco in quel punto, ove giunge l' orizzontale del pelo basso del mare.

Dal punto d' intersezione C sia condotta una perpendicolare CD. Paragonandosi questa CD con AB, dalla loro differenza si avrà la pendenza ragguagliata nell' intervallo CA della curva, la quale pendenza sarà eguale alla inclinazione coll' orizzonte della retta CA. Per la qual cosa si rende chiaro, che la pendenza ragguagliata del pelo alto da A sino alla foce, è eguale alla pendenza ragguagliata dello stesso pelo alto da A verso la parte contraria, prendendo per termine il punto C, ove la curva taglia la retta. Che se nell' intervallo tra A, e C si trovano paralleli e il pelo alto, e il fondo, potremo ancora asserire, che la pendenza ragguagliata del fondo tra B, e D sia eguale alla pendenza ragguagliata del pelo alto da A sino alla foce.

Non essendo cognita la natura di questa curva, non potrà sapersi il luogo preciso del punto C, il quale dipende e dal concorso degl' influenti col recipiente, e da altri accidenti diversi, che s' incontrano nel corso de' fiumi, onde qui potrà nascere un dubbio, che quella distanza del punto C dal punto A, che nel profilo della nuova inalveazione non potrà stabilirsi che per via di semplici congghietture, riuscendo assai difforme dalla vera, non cagioni nel risultato un errore da non disprezzarsi. Si potrebbe ancor dubitare, non il fondo, o il pelo basso tra A, e C si disponesse esattamente in una linea parallela al pelo alto, e che le pendenze adattate non corrispondessero a quelle, che la natura poi richiedesse. Certamente che questi dubbi avrebbero molto a valere presso chi pretendesse di diffinire con precisione la lunghezza dell' alveo, sottoposto al pelo basso del mare; ma chi si contenta di conoscerne solo a un dipresso la misura, non disprezzerà affatto questa formola, massime trattandosi di una ricerca piena d' incertezza, e d' oscurità, almeno fin tanto che si trovi altro metodo capace di maggior precisione. Ho voluto in qualche modo far prova di qual grado sia l' incertezza, a cui è soggetta questa ricerca, valendomi dello stesso profilo del Po, e variando l' altezza della piena, e la pendenza del fondo, come se queste quantità non fossero a noi cognite per le osservazioni, ed ho trovato, che le diverse lunghezze dell' alveo orizzontale che ne risultano, di poco si scostano dalla vera, o soltanto se ne scostano, che rimane soffribile l' errore, purchè però si ponga un limite ragionevole all' arbitrio, che si prende nel sostituire le predette quantità.

Affine di prevenire alcune difficoltà, che potrebbero muoversi, e che in parte ho inteso dire da quelli, che hanno impegno di contradirci, esporrò le mie ragioni dopo di aver proposto le difficoltà. Dicono alcuni che il Primaro, come ora è, non può servire di regola; imperocchè vi corrono al presente acque miste, e dopo l' unione de' torrenti vi correrebbero le acque interamente torbide; che anzi abbiamo motivo di credere, che se nello stato presente dal Santerno al mare resta il letto orizzontale, si abbia in tutto, o in gran parte a perdere questo vantaggio, quando fossero le acque più torbide, che ora non sono. In secondo luogo, che ciò, che conviene ad un fiume perenne, non può egualmente convenire ad un fiume temporaneo; onde gli esempi del Po, e del Tevere, che sono fiumi perenni non ponno nel caso nostro servire di regola. In terzo luogo, che non sempre si verifica di un piccolo fiume, ciò che si osserva in un fiume grande, e però non essere prudenza il fidarsi degli esempi addotti in un affare di tanto rilievo.

Che il Primaro nello stato presente non abbia a servire di regola, io pure ne convengo, e ne ho detto di sopra le ragioni; ma non convengo poi, che vi sia motivo di sospettare, che il punto ove comincia il fondo orizzontale, abbia per le acque torbide ad accostarsi alla foce, e passar oltre il Santerno, ove i Bolognesi hanno impostata la loro cadente. Si è detto, che l' alveo si fa orizzontale per la gran velocità, che acquista l' acqua nell' avvicinarsi allo sbocco in mare.

Per questo aumento della velocità, che secondo le precedenti riflessioni, e secondo i calcoli fatti sulle altezze, e sulle pendenze accettate dagli stessi nostri Avversari, dovrà farsi alquanto sopra lo sbocco del Santerno, non resta luogo a temer quivi alcuna deposizione; anzi perchè l' acqua torbida è più pesante dell' acqua chiara, poste le predette circostanze, avrà maggior momento per escavare il fondo; onde io non senza ragione mi avanzo ad assicurare i nostri vicini, che incassate che sieno le acque in Primaro, non ostante la loro maggior torbidezza, disporranno quel tratto d' alveo, che si estende dal Santerno al mare, con una profondità maggiore di quella, che trovasi nello stato presente.

Replicheranno forse col dire, che in cose di fatto val più l' esperienza della ragione; che abbiamo notizia essere stato sensibile il flusso e riflusso del mare sino ad Argenta, quando le acque in Primaro erano quasi del tutto chiare, e che a poco a poco si è ritirato verso lo sbocco questo sensibile effetto, a misura che in Primaro si sono introdotte nuove acque torbide; e che però l' esperienza, che che ne dica in contrario la ragione, ci dà un ben giusto motivo di temere, che introdotti gli altri influenti con quella torbidezza, che

ad essi è naturale, non seguano nuovi interrimenti fino alla foce. A questo argomento rispondo, che se dalle osservazioni, e dagli esperimenti vorremo dedurre conseguenze senza riflettere alle diverse circostanze, che mostra la ragione, cadremo spesso in errore. In fatti se valesse un tale argomento converrebbe credere, che ritornando il Po di Lombardia al suo antico corso, giacchè le sue acque sono più torbide dell'acque del Primaro, dovesse allora stabilirsi il principio della cadente in un punto più vicino alla foce. Ciò essendo manifestamente falso, come è noto ad ognuno, per ciò che succede nell'alveo, ove ora scorrono le acque del Po, ne segue, che non bisogna attendere in quest'esame la sola torbidezza dell'acqua conforme alle sperienze addotte, ma la torbidezza unita a quelle circostanze, che ponno accrescere, o diminuire la velocità.

Parrò troppo prolisso, ma l'importanza della questione, che si tratta non mi permette d'esser breve. Supponiamo un canale col fondo orizzontale, che termini sotto la superficie d'un lago, o del mare. Sieno le sponde verticali, e parallele; e siavi continuamente introdotta una certa quantità d'acqua torbida dall'altra estremità del canale. Affinchè l'acqua acquisti quella velocità, che si richiede, perchè tanta se ne scarichi, quanta ne viene introdotta, sarà duopo, che sempre più s'alzi l'acqua nelle parti più lontane allo sbocco, fino a che acquisti l'altezza, o la pendenza necessaria per imprimere al corpo d'acqua la velocità conveniente; onde le sezioni nel canale diverranno sempre più alte, quanto sarà maggiore la distanza dallo sbocco, e le medie velocità delle sezioni anderanno scemando, seguendo esse la proporzione reciproca delle altezze. Fingiamo un grado tale di torbidezza, che per sostenersi la materia nel fluido esiga quel grado di velocità, che si trova in una sezione intermedia tra lo sbocco, e l'origine del canale. Da questa sezione andando verso lo sbocco sarà sempre la velocità più che sufficiente per sostenere la materia, onde per mantenersi il fondo orizzontale come l'abbiamo supposto, niuna differenza vi può essere tra le acque chiare, e le torbide; anzi se il fondo fosse capace d'esser corroso, rimarrebbe più facilmente escavato dalle acque torbide, che dalle chiare. Per lo contrario nelle sezioni superiori, ove per lo scemare della velocità manca all'acqua la forza di sostenere la materia, si faranno interrimenti, cominciando questi dalle parti più lontane allo sbocco, ove è minore la velocità, e continueranno ad alzare il fondo, fino a che restino diminuite le sezioni, ed in esse accresciuta la velocità a quel grado, che esige la torbidezza del fluido. Ciò s'accorda con quello, che abbiamo detto da principio, e che è conforme all'opinione di que' celebri Autori, che abbiamo citati su tal proposito; cioè, che la velocità dell'acqua s'abbia a desumere dalla

pendenza della superficie, e non da quella del fondo; la quale pendenza del fondo non dee riguardarsi come causa dell' accrescimento della velocità, ma piuttosto come l' effetto della minore velocità nelle sezioni superiori.

Ecco dunque, che la questione si riduce a trovare il luogo della sezione intermedia, date che sieno le condizioni delle acque in Primaro, per cui non bastano le osservazioni fatte su lo stato degli anni precedenti. E perchè la semplice Idrostatica non ci dà lumi sufficienti per isciorre un tal quesito, siam forzati a ricorrere all' esempio d' altri fiumi costituiti nel loro stato naturale, per vedere se in essi apparisca qualche legge costante. Ciò è appunto quello che abbiamo procurato di fare, e crediamo di non allontanarci troppo dal vero nello stabilire, che il luogo della detta sezione, ove la superficie comincierà sensibilmente ad accostarsi al pelo basso del fiume, debba cadere alquanto sopra lo sbocco del Santerno.

Sono alcuni disposti a concedere, che una porzione d' alveo rimanga orizzontale, quando il fiume sia perenne come il Po, ed il Tevere, ma non vogliono concedere la stessa proprietà ad un fiume temporaneo. Io non niego, che non sia di vantaggio, che il fiume abbondi di acqua in ogni stagione almeno per certi riguardi, perchè se si tratta degli scoli, non potrà mai ad essi pregiudicare, che l'alveo sia vuoto; ma prima di rispondere, mi conviene domandare cosa si voglia intendere per fiume perenne. Se fiume perenne è quello, che può navigarsi in ogni tempo, certa cosa è, che il Primaro dovrà dirsi fiume temporaneo; ma se per fiume perenne intendiamo quello, che non resta mai affatto asciutto, e in cui scorre almeno tant' acqua, che basti per tener molle, e bagnato il massimo fondo, allora il Primaro dovrà mettersi nel nunero de' fiumi perenni; e tale appunto dovremo chiamarlo conforme alla definizione, che ne dà il Guglielmini (1). Ne è da dubitare, che il Primaro non sia per esser tale, quando anche si supponessero interrite tutte le valli, mentre essendovi diversi influenti, che ricevono acque tutto l' anno dalle sorgenti, s' anderanno poi queste ad unire nel recipiente comune. Per lasciar da parte ogni equivoco si pretenderà, che essendo il Primaro in qualche tempo dell' anno assai scarso d' acque, abbiano in esso a restar le deposizioni lasciatevi dall' ultima piena, le quali aggiunte alle deposizioni, che vi lasceranno le piene susseguenti, vadano disponendo il fondo con qualche pendenza fino alla foce.

Qui può aver luogo di riflettere, che fin dall' anno 1717. avendo i Ferraresi protestato, che in Po s' erano fatti nuovi interrimenti

(1) Della Natura de' fiumi Cap. III.

coll' alzamento quasi universale del fondo, avvertì Eustachio Manfredi in una sua Scrittura (1), che secondo le osservazioni fatte nella visita di Monsignor Riviera non si era trovata la pretesa elevazione di fondo, quantunque le osservazioni di detta visita fossero fatte in un tempo più svantaggioso all' intenzione de' Bolognesi, mentre erano da molt' anni, che non s' erano vedute nel Po che mediocri escrescenze. Con ciò pare, che si voglia inferire che vi fosse stato luogo di sospettare, che il fiume avesse avuto tempo di accomodarsi la cadente, non quale si conveniva al corpo d' acqua abbondante di cui suole esser ricco, ma a quel corpo d' acqua, che era corso negli anni precedenti; e per togliere ogni sospetto, si dimostra che è tanto lontano, che si trovassero interrimenti, che piuttosto si riconobbe il letto abbassato. Con queste osservazioni pretendo di provare, che gl' interrimenti non si fanno in un subito, e che lungo tempo vi vuole per alterare le cadenti di un fiume. Abbiamo un' altra conferma di ciò nella presente visita, in cui si è trovata la pendenza di Reno sotto la confluenza della Sammoggia, maggiore di quella, che è stata determinata nelle altre visite. Di questa alterazione ne è stata cagione la rotta Panfili succeduta l' anno 1750, dopo il qual tempo non ha ancora potuto il Reno disporre la cadente dell' alveo superiore, ed accomodarla all' esigenza delle sue acque.

So benissimo che alcuni si vagliano de' risultati fatti colle nuove livellazioni, per provare, che il Reno abbisogni di una pendenza maggiore dell' once $14\frac{3}{4}$, contro a quello, che è stato sempre creduto, non dai Bolognesi soli, ma ancora da' Ferraresi. Per sostenere questa nuova opinione sono essi costretti ad avere per dubbie tutte le precedenti livellazioni, e per sino quelle che sono state fatte ad acqua stagnante, le quali con ragione sono sempre state credute le più sicure. Ma ritornando alla difficoltà proposta, voglio anche concedere, che resti in Primaro dopo l' ultima piena qualche deposizione. Sarà poi essa portata via al sopraggiugnere d' un' altra escrescenza, mentre gl' interrimenti non avranno potuto rassodarsi, restando essi come si è detto bagnati da quel poco di acqua, che in ogni tempo scorrerà nell' alveo. Che se vogliamo che nel Po grande non si trovassero interrimenti al tempo della predetta visita, perchè le acque chiare, e perenni gli avessero sgombrati, io rispondo, che quello che hanno potuto fare le acque perenni, e basse, lo potrà fare in Primaro la prima piena che arrivi; e al più converrà supporre in Primaro quelle sole deposizioni, che vi resteranno nel calare dell' ultima piena. Per altro io confesso di non intendere per qual ragione

(1) Alla Sagra Congregazione: Sopra le pretese variazioni.

nello stabilire le pendenze, che si credono convenire all' alveo superiore del fiume, non s' abbia avuto alcuno scrupolo per riguardo alla scarsezza dell' acqua, e non s' abbia avuto timore, che le pendenze non sieno per alterarsi notabilmente negli anni o asciutti, o piovosi, e che poi nasca il timore rispetto alle parti inferiori, dove il letto del fiume resta non solo bagnato dall' acque quivi raccolte da tutti gli influenti, ma anche da quelle del mare, le quali se non ponno da se sole tenere escavato il fondo, ponno però mantenerlo in tale disposizione, che sia poi facile alla corrente il trasporto delle materie quivi deposte.

Resta per ultimo da esaminare, se sia lecito dai maggiori fiumi argomentare ciò che debba succedere ai fiumi minori. A me pare certamente, che non abbia a cadere alcun dubbio sopra di ciò, quando non vi fossero circostanze, che validamente si opponessero alla escavazione dell' alveo, e che non sarà difficile di ravvisare. Un torrente, che portasse la ghiaia fino al mare, avrebbe forse bisogno di qualche pendenza fino alla foce. Imperocchè essendo la ghiaia un corpo il quale non può essere sostenuto dal fluido, come il limo, e l' arena sottile, e viene spinta avanti strisciando sul fondo, se la pendenza del piano non concorre colla forza dell' acqua a facilitarne il trasporto, potrà restar ferma facendosi un cumolo di essa, finchè si ottenga la cadente necessaria pel suo avanzamento. Un' altra circostanza potrebbe impedire l' effetto della escavazione, conforme la regola proposta qualora venisse rinserrata la bocca del fiume e dalle proprie arene, e da quelle del mare; siccome leggiamo succedere al fiume Morto (1) in tempo che le sue acque sono magre, e deboli, e che spirano i venti libecci, e mezzi giorni, i quali portano gran copia di arene allo sbocco. Nè l' uno, nè l' altro di questi disordini dobbiamo aspettarci in Primaro; del che ce ne assicura abbastanza l' odierna esperienza, la quale dimostra essere la forza della corrente più che valevole a tenere escavata la foce.

Quantunque il Primaro non sia del numero di quei torrenti, che hanno impedito lo sbocco, come dianzi si è detto, nulladimeno si vuole, che gli esempi del Po, e del Tevere non siano sufficienti per istabilire una regola nel caso nostro, perchè avendo io dedotta la lunghezza dell' alveo inferiore al pelo basso del mare solamente dall' altezza, e dalla pendenza, senza esaminare se tutte le circostanze, in cui troverassi il Primaro, sieno per essere le medesime, che quelle del Po, e del Tevere, resti sempre luogo a temere, che ad esso non possa convenire la formola da me proposta. Si vorrebbe

(1) Castelli. Tom. III. di questa raccolta.

forse, che fossero le piene di eguale durata, ed insieme eguale la torbidezza; e che le acque basse fossero in qualche proporzione così abbondanti in Primaro, come ne' due altri fiumi. Le quali cose giacchè possono, e debbono aver parte nella conveniente, e naturale disposizione dell'alveo, non sembrerà, che s' abbiano da trascurare, quando si voglia stabilire una regola generale per tutti i fiumi. Io veramente non ho introdotto nella mia formola se non due elementi, e questi sono l'altezza delle massime escrescenze, e la pendenza ragguagliata del fondo; ma perchè la durata delle piene, la torbidezza, e l'abbondanza dell'acque chiare, e perenni vagliono a produrre quella pendenza, di cui è dotato il fiume, ed insieme a far crescere, o diminuire l'altezza delle piene, essendo questa pendenza, e questa altezza i costitutivi della formola, si deve far conto che sia la formola costituita da tutto ciò, che coopera a formare, e stabilire i predetti elementi. È vero che non resta con ragioni dimostrato come la formola esprima il conveniente, e proporzionato operare di ciascuna causa, che concorra a disporre, e a stabilire l'ultimo tronco dell'alveo; ma io non ho preteso di far deduzioni per via di ragioni idrostatiche, ma solo coll'aiuto delle osservazioni: e siccome ho trovato, che una medesima regola vale per il Po, e per il Tevere, senza che siano affatto simili le circostanze dell' uno, e dell'altro; così ho creduto, che possa valere ancora per gli altri fiumi. A me basta, giacchè non pretendo di spiegare fisicamente i fenomeni della natura, che niuno mi possa opporre, che io abbia affatto esclusa dalla formola una qualunque siasi di quelle cause, che ponno validamente promovere, o impedire l'escavazione dell'alveo, perchè in tal caso si renderebbe sospetto il calcolo. Poichè però tutto quello, che si prende a considerare in un fiume, ha connessione, o rapporto coll'altezza, e colla pendenza, come la velocità, la torbidezza, la durezza del fondo, la tenacità della materia, la durata delle piene, la maggiore, o minore abbondanza di acqua nello stato ordinario; niuno potrà accusare la formola di un difetto così rilevante; e chi domanda conto dell'azione di ciascuna causa operante, domanda ciò che a tutti è ignoto, e che se fosse a nostra notizia, niun bisogno vi sarebbe per decidere la presente quistione di consultare i profili de' fiumi.

Per quanto io m'abbia cercato, non mi è venuto fatto di ritrovare una esatta, e compita descrizione di qualche piccolo fiume, che sbocchi in mare, la quale potesse servire con più d'evidenza a decidere la presente questione. Mi è venuto alle mani un manoscritto, che contiene il Diario delle osservazioni, che furono fatte prima della diversione del Ronco, e Montone. Esso in gran parte è scritto di mano propria di Eustachio Manfredi, e ora si conserva nella

libreria dell' Instituto. Affine di prender regola per le operazioni, che si aveano a fare nella diversione de' detti fiumi, il Manfredi, e il Zendrini si portarono a scandagliare i fiumi, che mettono foce in quella spiaggia. Siccome però non si trattava allora della questione, di cui ora si tratta, non furono prese nè tutte le misure, nè a quelle distanze dal mare, che da noi ora si vorrebbono; tuttavia procureremo di prendere da esse qualche lume, avvertendo intanto, che saranno trascritti fedelmente nel fine di questo discorso gli scandagli, che allora furono fatti col piede di Ravenna, e che noi ridurremo al piede di Bologna.

Per gli scandagli fatti sul Ronco, e Montone uniti, tanto è lontano che apparisca alcuna pendenza presso lo sbocco, che anzi si trova acclive il fondo, con quelle inegualità però, che mostrano ancora i fiumi maggiori. Conviene aver riguardo all' alzamento del mare, che nel tempo delle operazioni fu d' once 8 in circa, la quale circostanza fa scemare le profondità descritte presso la foce, e rende il fondo più acclive. Con queste avvertenze essendosi da noi formato un profilo, si trova che l' orizzontale del pelo basso del mare incontra il fondo ad una distanza dalla foce di miglia 3 ½ in circa; intendendo sempre ridotte alle misure di Bologna le distanze, e le altezze date nel diario col piede di Ravenna.

Il Savio mostra esso pure chiaramente, che il fondo in quel tratto di due miglia in circa, ove furono fatte le osservazioni, resta sotto l' orizzontale condotta sul fondo alla foce; anzi perchè il mare cresceva nel tempo che i misuratori si andavano accostando alla spiaggia, conviene diminuire gli ultimi scandagli a proporzione dell' alzamento del mare, come si è detto di sopra; e fatta questa riduzione, resta sempre più manifesta la bassezza del fondo superiore. In quella distanza di due miglia, ove si cominciarono a prendere gli scandagli, essendo la bassezza piedi 3. maggiore di quella della foce, dà a divedere, che il fondo sia acclive verso mare. Non è poi verisimile, che tutto ad un tratto si alzi il fondo sopra la predetta orizzontale, cosicchè non vi si richiegga almeno la lunghezza di un altro miglio, onde si possa conchiudere, che al Savio convenga un tratto d' alveo orizzontale di tre miglia.

Rispetto al Lamone, gli scandagli presi ci lasciano in qualche oscurità; imperocchè correndo allora acqua torbida nel fiume con molta velocità, non è da dubitare, che non s' abbia a supporre la superficie alquanto inclinata, e però senza la notizia di questa pendenza non può dedursene la pendenza del fondo. Un' altra notizia sarebbe pur necessaria, cioè la misura dell' abbassamento del mare nel tempo delle operazioni, la quale non trovasi descritta nel diario. Per queste incertezze sarebbe inutile raccogliere alcuna conseguenza, la

quale non potrebbe riuscire che assai dubbia. Supplirà a questo difetto una livellazione fatta l'anno 1725. dal perito Cassini sotto la direzione di Eustachio Manfredi. Si conservano le matrici originali presso gli eredi del sopraddetto perito; e noi abbiamo da quelle fatto costruire un profilo, da cui si rilevano le misure, che ora esporremo. L' orizzontale del pelo basso del mare incontra il fondo tra il passo del Coltellaccio, e le Mandriole ad una distanza dallo sbocco di pertiche 1806, che sono miglia $3\frac{1}{2}$. L' altezza dell' argine nel detto punto è di piedi 9. 7. 6, e però dandosi di franco all' argine le once 7. 6, restano piedi 9. per l' altezza della massima escrescenza. Apparisce dalle stesse matrici l' andamento del pelo dell' acqua corrente del dì 4. Ottobre, da cui si può assai dappresso riconoscere la pendenza regolare del fondo per un tratto superiore a quel punto, a cui giunge l'orizzontale del pelo basso del mare. Questa pendenza tra le Mandriole, e S. Alberto, cioè in una distanza di pertiche 1400, si trova d' once 31. per miglio. Si divida per essa l' altezza di piedi 9, e si avrà per quoziente il numero $3\frac{1}{2}$ esprimente, secondo la nostra formola, la lunghezza dell' alveo sottoposto al pelo basso del mare, che noi abbiamo riconosciuta sul profilo di miglia $3\frac{1}{2}$. Io non so se sia lecito aspettare in cose di questo genere una corrispondenza maggiore. Perchè però l' altezza della massima escrescenza non può dirsi abbastanza verificata per la sola altezza dell' argine di sopra riferita: così non pretendo di convincere con questo profilo chi sente ripugnanza di ammettere la formola da noi proposta.

Dall' esame di questi piccoli fiumi si rende manifesto, che la natura osserva costantemente la medesima legge nel disporre l' ultimo tronco dell' alveo. Abbiamo le osservazioni de' maggiori fiumi, che provano lo stesso; e se non bastano quelle, che abbiamo finora addotte, esibirò ancora l' osservazione del sig. de la Condamine fatta sul Rio delle Amazoni (1). Navigando egli pel detto fiume, si accorse, che in esso il flusso, e riflusso del mare era sensibile allo stretto di Pauxis, cioè in distanza dal mare di 200 e più leghe, e secondo il p. Acunna di leghe 360, dal che dobbiamo cavare questa conseguenza, che più in su delle leghe 200, attenendoci all' osservazione del sig. de la Condamine, si estenda l' alveo orizzontale. Dal Rio delle Amazoni, il più gran fiume che sia sul nostro Globo, discendendo sino al Lamone, che in questo confronto possiamo dire il più piccolo, si vede che la natura ha preparato un alveo orizzontale nel primo almeno di 200 leghe, e nell' altro di miglia 3; perchè dunque non vorremo concedere al Primaro quella prerogativa, di cui

(1) Relazion abrégée d' un Voyage ec.

godono tutti gli altri fiumi, è con quella proporzione che può convenire alla sua grandezza? Io non so trovar la ragione nel sistema delle cose naturali, e starà forse nascosta sotto altri principj a noi ignoti. Siccome è stato detto altre volte, che il Reno è fatto dalla natura, perchè vada a sboccare in una valle, quando gli altri fiumi sono destinati ad unirsi ad un fiume reale per portarsi al mare; e siccome pure è stato detto, che le acque del Reno, quantunque ugualmente, o meno torbide di quelle d' altri fiumi, abbiano però esse sole la proprietà d' interrire; così dovremo credere, che aggiunto il Reno al Primaro, abbia in esso a sconvolgere tutto l' ordine delle cose, e a disporre il fondo in un modo contrario a quello, che ne mostra l' esperienza, e la ragione.

Sono restato alquanto sospeso, se dovessi far parola del flusso, e riflusso del mare, a cui molti celebri Autori hanno in gran parte attribuita la forza di mantenere orizzontale l' alveo de' fiumi verso lo sbocco; imperocchè tacendo, parrebbe che io non facessi alcun conto della loro autorità, e parlandone, bisogna che io confessi, che la ragione mi fa essere di contrario parere. Non vorrei però che si credesse, che accordandosi da noi la poca efficacia di questo flusso, e riflusso, si accordasse per questo o l' insussistenza, o la diminuzione di un effetto, che secondo il parer nostro, riconosce un' altra cagione. Quale essa sia, l' abbiamo abbastanza spiegato di sopra. Per ciò che si aspetta al flusso, e riflusso del mare, dirò brevemente, che non so persuadermi, che un moto così lento possa sgombrare nell' alveo le materie deposte, o impedire, che si depongano, anzi perchè più forza vi vuole a distaccarle dal fondo, che a portarvele, quando sono mescolate coll' acqua, crederei più tosto, che in vece di giovare, pregiudicasse questa alternativa delle acque marine. In fatti si vede, che molti porti, ove non sbocchi qualche gran fiume, o non abbiano comunicazione con una vasta laguna, restano facilmente pregiudicati, come intendo essere succeduto al nuovo porto di Ravenna. Se poi la laguna fosse molto estesa, si manterrebbe il porto, conforme al detto che corre: *gran laguna fa gran porto*; mentre dovendo per la bocca di esso passar tutta l' acqua, che riempie quella gran vasca, e l' alza al livello del mare, bisogna supporre una grande velocità della corrente nell' entrare, e nell' escire dal porto, per cui si mantenga poi escavata la bocca, ed insieme il canale, che al porto conduce. Ma trattandosi di un fiume, quale idea formiamo noi di una vasta laguna? Un canale largo egualmente per tutto, e che anzi si va dilatando ove confina col mare, altra velocità non esige, se non quella che basta perchè in sei ore si scarichi un' altezza di acqua di due piedi, che si estende fin dove arriva il pelo alto del mare; e questa velocità va diminuendo nelle sezioni superiori,

ove passa minor quantità di acqua nel detto tempo. Nè queste riflessioni hanno a valere sol quando si supponga il fiume senz' acqua; perchè sebbene si trovasse nelle sue maggiori escrescenze, non sarebbe difficile il provare, che l' arresto di più d' acqua, che si fa per il ringorgo del mare e che poi si scarica nel riflusso, paragonato a quello del fiume, come del Po, o del Tevere, è troppo piccolo, perchè ad esso s' abbia ad attribuire principalmente l' effetto della disposizione dell' alveo; ma per lasciar da parte ogni sottigliezza, consideriamo solamente, che i sensibili ringorghi del mare in Po non arrivano che di rado a Crispino (1), cioè sol quando sia il mare in tempesta, ed il Po scarso d' acqua, mentre nelle maggiori escrescenze il ringorgo non è sensibile che a minor distanza dalla foce. Se dunque nelle parti superiori a Crispino non possiamo attribuire al flusso, e riflusso del mare la disposizione dell' alveo orizzontale, ma abbiamo bisogno di ricorrere alla velocità dell' acqua accresciuta per l' abbassamento delle sezioni, per qual ragione vorremo noi porre il termine a questa causa colà dove essa diviene maggiormente efficace? Si aggiunga per ultimo, che in riguardo a que' fiumi, che sboccano nel Mediterraneo, ove il massimo flusso non arriva ad un piede, non si dovrebbe mantenere escavato l' alveo ad una sì ragguardevole distanza dalla foce. Ma di questo abbastanza. Egli sarebbe inutile di questionare su questo punto, bastando al comune interesse, che mostri l' esperienza qual legge osservi la natura nel disporre l' alveo de' fiumi verso lo sbocco, e qual regola s' abbia a tenere per una nuova inalveazione.

SCANDAGLI DI ALCUNI FIUMI CHE SBOCCANO IN MARE SU LA SPIAGGIA DI RAVENNA

Cavati dal Diario delle osservazioni fatte da' signori Bernardino Zendrini, ed Eustachio Manfredi in occasione della diversione de' due fiumi Ronco, e Montone.

A' dì 17. Settembre 1731. Lunedì.

Si andò la mattina ad osservar le parti inferiori dell' alveo commune per cui i due fiumi Ronco, e Montone uniti sboccano nel mare

---

(1) Visita Riviera Ms. c. 192. e seg.

Adriatico, essendo l'uno e l'altro di essi in questo giorno in magrezza d'acqua, e senza le solite traverse, o argini che sogliono esservi, e che attualmente si fabbricano ad effetto di rivolgere le acque necessarie agli edifici de' Molini, e giuntisi in faccia al pozzo de' padri di S. Maria di Porto situato sulla sinistra del detto alveo comune, si cominciò uno scandaglio alla lunga nel maggior fondo di questo andando verso lo sbocco, con tenersi il più che fosse possibile nel detto maggior fondo, essendosi incominciati i detti scandagli verso l'ore 13 ⅔ in tempo, che l'acqua nel mare potea essere a un dipresso sotto comune, cioè sotto la sua altezza ordinaria once 8 ½, essendo seguito il plenilunio il giorno avanti.

Piedi 2. 0. 8 In faccia al pozzo de' padri di Porto.
2. 4. 11 Qui in fondo è di sabbia dura.
2. 6. 7
2. 8. 4
2. 10. 0
2. 10. 0
2. 11. 8 A dirittura della punta di terreno alto a sinistra del fiume, che è l'avanzo della sponda destra del vecchio alveo del medesimo, per cui correva avanti il taglio fatto l'anno 1721.
3. 11. 7 Il fondo è lezzoso.
2. 11. 8
2. 11. 8
2. 10. 0 Qui il fondo è duro.
2. 6. 7 A dirittura del Capanno de' pp. di Porto goduto dal sig. March. Cesare Rasponi, posto a sinistra. E qui comincia a vedersi alla destra l'alluvione nuova seguita dopo l'introduzione dell'acque nel predetto taglio.
2. 4. 11
1. 10. 1 Qui comincia l'alluvione nuova a sinistra più bassa della destra.
1. 11. 10
1. 6. 8
1. 6. 8
2. 6. 7
2. 10. 0 Fondo morbido.
2. 8. 4
2. 11. 8. Fondo duro.
2. 10. 0.
2. 8. 4
1. 11. 10 Qui lo scanno, o alluvione a sinistra, che nel tempo

dell' osservazioni fu veduta in parte scoperta, si copre dal mare alto nell' altezza comune, laddove l' alluvione alla destra non resta coperta dal mare se non nelle burrasche.

piedi 2. 6. 7
2. 6. 7 Fondo morbido.
1. 8. 5
1. 6. 8 Fondo durissimo.
1. 10. 1
1. 10. 1
3. 4. 10 Fondo durissimo.
Quest' ultimo scandaglio fu a dirittura della punta, o lingua di terra, o alluvione a destra, a cui termina l' alveo predetto, essendo la sponda sinistra molto meno avanzata in mare.
2. 11. 8 In mare in faccia allo sbocco, e verso la Fuosa, o foce del medesimo.
Nel navigare per quest' alveo si osservò le direzioni di esso essere per Greco Levante, e notatasi parimente la direzione, che ha per qualche tratto la spiaggia del mare formata dalla predetta alluvione destra del fiume, andando verso Porto Candiano, fu notato esser per Ostro Garbino, e quest' alluvione non vien coperta dall' acqua comune, ma solo dalle burrasche.

Mercoledì 3. Ottobre 1731.

Desiderandosi di prender qualche lume nel presente affare dall' esempio de' vicini torrenti, e specialmente da quello del Savio si andò questa mattina allo sbocco di esso, il quale sbocco è presentemente lontano dal Ponte, che gli passa sopra nella strada Romana 4 miglia in circa, e si fece nel maggior fondo del medesimo uno scandaglio alla lunga, incominciando alla Pinarella, luogo posto due miglia in circa inferiormente al detto Ponte, e seguitando fino allo sbocco predetto in mare, e si trovarono le seguenti profondità dell' acqua in tempo, che il mare era assai alto, e tuttavia in crescere, avvertendo, che il fondo nella maggior parte de' luoghi scandagliati era assai duro, e composto di sabbia.

4. 11. 6
3. 6. 6
1. 8. 5
1. 8. 5

Piedi 2. 6. 5
2. 8. 8
2. 0. 2
3. 3. 1
1. 9. 3
1. 2. 5
1. 6. 8
1. 10. 1
1. 2. 5
0. 9. 2
2. 7. 5
8. 6. 6
2. 7. 9
2. 3. 10
1. 8. 9
2. 0. 2
1. 11. 10
1. 7. 6
1. 7. 6
1. 8. 5
1. 10. 11
1. 6. 8
1. 5. 10
1. 7. 6
1. 9. 3
1. 9. 9
1. 10. 1
1. 10. 1
1. 10. 7
1. 8. 9
2. 0. 8
1. 5. 0
1. 8. 5
1. 4. 2
1. 4. 2 Dirimpetto al termine della sponda, o alluvione sinistra.
1. 8. 5
1. 11. 10 Dirimpetto al termine della sponda, o alluvione destra.

Notandosi, che il mare nel fine di questi scandagli era quasi nel suo maggior colmo essendo ore 17 ½ in circa, nel quale stato resta coperta qualche parte considerabile dell' alluvione a destra, e

la direzione di questo sbocco fu osservata essere per tramontana.

Mercoledì 10. Ottobre.

Si andò ad osservare il fiume Lamone dal passo del Coltellaccio fino al suo sbocco in mare, e si trovò correre con qualche considerabile velocità, e con acqua torbidissima a cagione di una mezza piena sopravvenutagli, e che già aveva cominciato a calare. Si scandagliò questo fiume incominciando dal passo predetto, e si trovarono, stando per quanto fu possibile nel maggior fondo di esso le seguenti profondità d'acqua.

Piedi	2.	10.	4	
	1.	8.	5	
	0.	11.	11	
	1.	5.	4	
	2.	1.	7	
	1.	3.	1	
	1.	5.	0	
	2.	6.	7	
	1.	7.	6	
	1.	9.	7	
	3.	0.	6	
	2.	2.	8	
	1.	8.	5	
	3.	0.	0	
	1.	10.	11	
	3.	0.	8	
	3.	1.	5	
	1.	8.	5	
	3.	0.	6	
	2.	2.	4	
	1.	3.	4	
	1.	10.	1	
	2.	7.	7	Sbocco in mare.
	1.	6.	8	Fra gli scanni.
	0.	11.	11	
	0.	10.	2	
	0.	11.	11	
	0.	8.	6	
	2.	10.	0	Nella fuosa, o foce, che resta fra detti scanni.
	3.	1.	5	

Dovendosi avvertire, che nel tempo di questa osservazione il mare aveva di già cominciato a calare.

Stando sopra alla punta alla destra di detto sbocco fu osservato, che la torbida del fiume andava lungo essa ripa destra, tenendo verso gli sbocchi della Baiona, e Fossina, e passatosi alla ripa sinistra di esso fiume si vide il mare verso Tramontana limpido, chiaro, e senza alcuna tintura di torbida, e gettati de' galleggianti nel mare furono questi costantemente veduti tendere alla detta parte destra, e niuno alla sinistra, abbenchè il mare non risentisse alcun vento.

Si osservò poscia, che lo sbocco di esso fiume era diretto per Sirocco Levante, e la spiaggia a destra di esso direttamente per Ostro come ancora la spiaggia dietro il mare alla sinistra diretta precisamente per Tramontana, e che la punta sinistra di esso sbocco era di qualche pertica più avanzata verso il mare dalla parte destra.

RISPOSTA

ALL' OBBIEZIONI DEL SIGNOR BRUNELLI

IDROSTATICO DELLA BASSA ROMAGNA

Fatte contro il Ragionamento presentato alla visita sopra la disposizione dell'alveo de' fiumi verso lo sbocco in mare.

Nel rispondere alle obbiezioni fatte da un valente, e dotto Idrostatico aggiungeremo alcune riflessioni, che potranno servire, o a confermare ciò che abbiamo avuto in animo di provare col Ragionamento esibito alla visita, o almeno a promuovere con ulteriori sperienze una ricerca, da cui in parte dipende il modo di ben regolare il corso de' fiumi. Nell' esame che abbiamo fatto sopra diversi profili per riconoscere, se possibile fosse quelle proprietà, che rende la natura comuni a tutti i fiumi, si è in primo luogo fatta ricerca sul profilo del Po stampato l' anno 1721. se la pendenza ragguagliata della superficie verso lo sbocco nella massima escrescenza sia eguale alla pendenza ragguagliata del fondo verso le parti superiori, incominciando per l' una, e per l' altra dal punto ove giunge entro l' alveo l' orizzontale condotta sul pelo basso del mare. Qui mi si oppone, che io mi sia servito di un' altezza del fiume minore di quella, che è comunemente accettata, e che dal Manfredi, e prima dal padre Riccioli fu stabilita di piedi 31, o 32 (1) da cui certamente non ho preteso di allontanarmi. Quest' altezza di piedi 31 è stata dedotta dal paragone di molti scandagli fatti sul Po nella visita del 1693, da' quali non si deduce, che a Lagoscuro, o a qualunque altra minor distanza dal mare sia alto il Po sopra il fondo regolare i detti piedi 31, ma tale altezza deve piuttosto appartenere colà, dove non abbiano ancora le sezioni cominciato ad abbassarsi per la caduta della superficie sopra il mare. Vero è però, che avendo per le mani il detto profilo, il quale comprende il solo tratto, che si estende da Lagoscuro sino alla foce, ho misurato a Lagoscuro l' altezza della piena sopra il pelo basso del mare, e quindi ho dedotta la pendenza ragguagliata della superficie conveniente a quella distanza. Non potevo

(1) Vedi il Tomo V. di questa raccolta.

ignorare, che quest' altezza non fosse minore di quella, che ha il fiume nelle parti superiori, mentre nel mio Ragionamento ho asserito, che quivi *le sezioni hanno di già cominciato a divenir meno alte, e che il punto ove comincia il pelo alto ad accostarsi al pelo basso cade fra la Stellata, e Lagoscuro*. Non vi sono osservazioni tali nello stato di questo fiume per le quali possa indicarsi nè il luogo preciso del detto punto, nè la comune sezione del fondo regolare colla superficie del pelo basso del mare; le quali cose fossero state a mia notizia non avrei mancato di prevalermene col prendere l' altezza del fiume in quel punto per dedurre la pendenza della superficie. Poichè però nel modo da me tenuto risultava una pendenza, che non era sensibilmente diversa da quella, che il Manfredi dà al pelo alto tra la Stellata, e Lagoscuro, crederei inutile qualunque altra ricerca, persuaso, che crescendo l' altezza con quella proporzione, con cui cresce la distanza dalla foce, la conseguenza sarebbe stata la medesima. In fatti, se il luogo dell' accostamento del pelo alto al pelo basso si prende ad una distanza di miglia 50 dalla foce, la quale supposizione è conforme a ciò, che ho detto nel mio ragionamento divisa l' altezza di piedi 31 per le 50 miglia, ne risulta la pendenza ragguagliata di once 7½ in circa eguale a quella, che è stata da me stabilita.

Si aggiunge poi dal mio oppositore, che questa distanza di miglia 50, o come egli vuole di miglia 53, sebbene si accordi con ciò, che se ne dice nel mio Ragionamento, non si accorda però con quello, che viene affermato nella visita Riviera sopra i rigurgiti del mare, i quali sono insensibili superiormente a Crispino, cioè in distanza dal mare, come egli dice, di miglia 36, che io non avrei difficoltà di ridurre a miglia trenta, ed anche a miglia 25, dando con ciò maggior forza all' obbiezione proposta. Io per verità non intendo, come l' una cosa abbia che fare coll' altra, e forse mi sarò espresso troppo oscuramente, il perchè sarà necessario, che io renda manifesta la mia intenzione. Io cerco il punto ove giunge l' orizzontale del pelo basso del mare d' entro l' alveo. Il rigurgito di cui si parla nella visita Riviera, e che si fa entro il fiume per l' alzamento della superficie del mare, è un' altra questione, che non ho preso a trattare. Niuno crederà mai, che questi ringorghi debbano giungere fino colà, dove arriva la orizzontale del pelo basso del mare. Era noto al Manfredi, che il fondo del Po a Lagoscuro per le osservazioni della visita del 1693, e di quella del 1716. resta più basso del fondo alla foce; e pure non dubitò di asserire nei suoi dialoghi, che i rigurgiti non oltrepassano Crispino. Questi rigurgiti dipendono dal maggiore, o minore alzamento della superficie del mare, e dalla pendenza della superficie del fiume, si estendono ad una distanza ora più

grande, ora meno, ma per lo contrario la distanza del punto a cui giunge l' orizzontale del pelo basso, non riceve da quelle circostanze alcuna alterazione, e si mantiene sempre la stessa, quando non si alteri il fondo regolare del fiume, o la minima altezza del mare, le quali cose se non sono soggette a mutazione, certamente richieggono un tempo lunghissimo, perchè queste si rendano a noi sensibili. In vista di tutto ciò, che ho detto fin qui, non ho avuta difficoltà di asserire nel mio Ragionamento, che se nel Rio delle Amazoni alla distanza di 200, e più leghe dalla foce è sensibile il flusso, e riflusso del mare, molto più in su debba estendersi il fondo orizzontale, non ostante che in quella spiaggia giungano i flussi ordinari a piedi 10. Con questa occasione voglio ancora rendere ragione, perchè nel calcolare la pendenza ragguagliata della superficie del fiume l' abbia sempre riferita al pelo basso del mare, imperocchè se tra la Stellata, e Lagoscuro non sono sensibili i rigurgiti, e le piene si conservano nel medesimo stato, qualunque sia l' altezza del mare, mi è paruto conveniente di riferire la superficie della massima escrescenza a quel termine costante, che suole comunemente prendersi, cioè al pelo basso del mare.

Parmi ancora, che mova l' oppositore un' altra difficoltà sopra la formola da me proposta, la quale dice egli, essendo appoggiata a due elementi, cioè alla pendenza del fondo superiore, e all' altezza delle massime piene del Primaro renduto torbido, non può recarci alcun lume, e resta affatto inutile, se prima non sieno stabiliti i predetti elementi, e già mostra di credere, che l' altezza di piedi 16, di cui mi sono servito, sia minore del dovere. Egli è verissimo, che io non mi sono preso alcun pensiero di stabilire cosa alcuna sopra le pendenze, delle quali hanno altri trattato, e dottamente, e copiosamente, e a questo solo ho ristretto il mio ragionamento di cercare se per mezzo di esse si potesse riconoscere a un dipresso quella lunghezza d' alveo, che resta inferiore al pelo basso del mare. Prego però il mio oppositore a riflettere quale discrepanza vi sia tra le opinioni, che oggi corrono sulle pendenze, e sulle altezze, che avrebbono le acque torbide in Primaro, e quale sia la diversità d' opinione sopra la disposizione dell' alveo verso lo sbocco. Trattandosi delle pendenze, e delle altezze la questione si riduce a sminuire, o ad accrescere e l' une, e l' altre, per esempio del terzo, o del quarto, e forse ancora del solo quinto; ma se parliamo della disposizione dell' alveo si può dire, che non si tratta del più, o del meno, mentre alcuni ammettono un fondo come orizzontale di una considerabile estensione, ed altri lo negano affatto, e vogliono, che la pendenza proseguisca sino allo sbocco, concedendo, che resti sotto il pelo basso del mare quel solo tratto dell' alveo, che sebbene inclinato

non arriva però a superare la profondità della foce. Qualunque volta fosse la regola da me proposta veramente conforme alle leggi della natura, come io l' ho trovata corrispondere a quei fiumi, de' quali abbiamo i profili, si potrebbe allora ridurre la questione a termini assai più ristretti, e meno vaghi di quelli, che abbiamo presentemente. Si scelgano le massime, e le minime fra tutte le pendenze, e le altezze, che ora sono proposte con qualche ragionevolezza, e sieno nella formola sostituite la massima pendenza, e la minima altezza per averne il quoziente; così pure sia sostituita la minima pendenza, e la massima altezza per avere un secondo quoziente. I due quozienti così ritrovati daranno due lunghezze, che saranno, come i limiti della questione, entro ai quali dovrà probabilmente contenersi la quantità che si cerca. Per la qual cosa io non saprò mai persuadermi, che s'abbia la formola a riguardare come affatto inutile per quella incertezza, che hanno gli elementi che la compongono; ma per dichiararla tale dobbiamo aspettare, che altre osservazioni abbastanza esatte la mostrino discorde dalle leggi della natura. Nè meno mi si deve rimproverare, che io mi sia servito per le massime escrescenze del Primaro di un' altezza minore del dovere; imperocchè non volendo *io*, nè dovendo intraprendere una tale ricerca gli avversari mi debbono saper buon grado, se io mi valgo di quelle misure, che nella presente questione son più favorevoli al loro, che al nostro partito.

Veniamo ora alle osservazioni fatte nella presente visita sul Lamone, colle quali pretende il sig. Brunelli di far vedere, che questo fiume non dispone il suo alveo come la nostra formola richiederebbe, in cui fatto le debite sostituzioni, trova, che il pelo basso del mare dovrebbe propagarsi dentro l' alveo ad una distanza di miglia 8 ½ contro a ciò che ne mostra l' osservazione. Io non dubito dell' esattezza delle misure ultimamente prese, ma dubito se siano a proposito per decidere la presente questione, e non posso non maravigliarmi, che mi siano opposte le sole osservazioni di un torrente, a cui avevo già data eccezione per diverse ragioni, delle quali non mi hanno dimostrata l' insussistenza. Ma lasciando da parte, che il fondo del Lamone possa alterarsi per la vicinanza del Primaro, come ho detto nel mio Ragionamento, risponderò, che non credo bastantemente definita nè l' altezza della massima escrescenza, nè la pendenza ragguagliata del fondo. Il Manfredi avverte nel passo citato (1) dal mio Oppositore, che l' altezza dee dedursi dal paragone di molti scandagli, potendo succedere, che vi sia qualche gorgo nel

(1) Raccolta presente Tom. V.

fondo per cui apparisce l'altezza maggiore del giusto. Trattandosi del Reno si esprime il Manfredi colle seguenti parole (1): *Il Guglielmini mostrò la profondità del Reno minore di piedi 9 misura maggiore di un piede di quella, di cui si valse il p. Riccioli, e che è media fra questa, e quella di piedi 10, che fu adoperata dal Barattieri*. I pareri diversi di questi celebri Autori, e le misure trovate nell'ultima visita se non altro mostrano almeno la difficoltà, che vi è di determinare quest' altezza delle massime escrescenze, per cui non bisogna affidarsi ad una sola osservazione dell'altezza dell'argine sopra il fondo del fiume. Per la qual cosa se l'altezza di piedi 12. dovesse sminuirsi di due, o tre piedi, le miglia 8 ½ si ridurrebbero forse a miglia 6 in circa. Credo ancora, che la lunghezza trovata di miglia 8 ½ potesse scemare di molto per conto della pendenza, essendo io persuaso, che il Lamone cada in un miglio più delle supposte once 17. Nè vale il dire, che le once 17 siano dedotte dalle livellazioni fatte in visita, delle quali non è lecito di dubitare. Queste livellazioni mi danno l'orizzonte di due soli punti di un fondo, che potrebbe essere tanto irregolare, che mancassero due piedi, e più ancora a quella differenza di altezze, che si avrebbe, se essendo descritto il fondo regolare del fiume se ne prendesse per questo mezzo la giusta pendenza. In fatti essendo l' altezza dell' argine nella sezione superiore di piedi 16, e quella nella sezione inferiore di piedi 12, se non vogliamo concedere 4 piedi di franco nel luogo superiore, dovremo accordare, che vi sia superiormente un gorgo molto profondo per cui la pendenza debba apparire minore del giusto; oppure dovremo credere, che le sezioni del fiume abbiano nel luogo inferiore di già cominciato ad abbassarsi, lo che se fosse la pendenza ivi trovata non potrebbe servire per la proposta formola, avendo io mostrato nell' esame fatto sul Po, e sul Tevere, che s' abbia a prendere la pendenza del fiume superiormente al luogo, ove le sezioni cominciano a divenir meno alte. Essendo l' altezza della massima escrescenza nel Po di piedi 31, se vorrò questa dividere per la pendenza, che secondo il profilo conviene al pelo basso del fiume inferiormente a Lagoscuro, ne risulterebbe la lunghezza dell' alveo inferiore al pelo basso del mare di miglia 150 in circa, tre volte maggiore del giusto.

Due sono i fini che mi sono proposto nel mio Ragionamento. L' uno, che può dirsi il principale si è di provare, che la Natura dispone in ciascun fiume una porzione d' alveo verso lo sbocco in una linea, che dee riguardarsi come orizzontale; e le prove sono state

(1) Dialog. fra Giorg. Maurol. Tom. V.

dedotte, e dalla velocità, che acquistano le acque per la caduta sulla superficie del mare, e dall'esempio di molti fiumi, altri grandi, ed altri piccoli, ne' quali si osserva la predetta disposizione; le quali prove sono a mio giudizio tanto convincenti, che per negarle bisogna essere prevenuto, ed impegnato a sostenere la contraria opinione. L'altro fine è stato quello di determinare in qualche modo la lunghezza dell'alveo orizzontale, o più tosto dell'alveo, che resta sotto il pelo basso del mare. Quanto dée riputarsi utile, necessaria una tale ricerca, altrettanto è difficile, ed involuta. Pare tuttavia, che quei fiumi, de' quali abbiamo i profili seguano la medesima semplicissima legge, che si esprime colla frazione, il cui numeratore sia l'altezza della massima escrescenza, e il denominatore la pendenza del fondo. Non ostante l'accordo che trovasi ne' detti fiumi io confesso, ed ho confessato nel mio Ragionamento, che *gioverebbe al nostro intento, che molte osservazioni fossero state fatte in diversi fiumi nelle loro parti inferiori sino alla foce, affine di meglio accertare una regola ritrovata coll'aiuto di poche osservazioni*. Ora mi faccio lecito di tenere coi miei Oppositori lo stesso linguaggio, che ho tenuto contro me medesimo, e di avvertirli, che se per ben fondare un sistema non dobbiamo contentarci di poche osservazioni, nè meno dobbiamo credere, che qualunque osservazione fatta in qualsivoglia circostanza basti per decidere, che una regola sia contraria alle leggi della natura.

Abbiamo già dimostrato quali siano i motivi per cui le osservazioni addotte della visita non sono capaci di decidere la questione, e molto meno io sono per arrendermi a quelle osservazioni occulari, che si adducono per mostrare, che a poca distanza s'insinua entro l'alveo il flusso del mare. E qui bisogna riflettere, che i piccioli fiumi hanno per avventura il fondo verso lo sbocco in proporzione più irregolare, di quello abbiano i fiumi maggiori. Osservando attentamente gli scandagli fatti dal Manfredi, e dal Zendrini sopra i fiumi di Ravenna, che io ho esibiti nel fine del mio Ragionamento, trovo, che sebbene il fondo ragguagliato verso lo sbocco sia disposto in una linea presso che orizzontale, vi si incontrano però tali prominenze, le quali non solo restano superiori al pelo basso, ma quasi arrivano ad eguagliare il pelo alto. Ora domando io in questa disposizione dell'alveo sarà facile il conoscere con una semplice osservazione occulare a quale punto arrivi il pelo basso del mare, e a quale punto arrivi il pelo alto; mentre può dubitarsi, che quel breve tempo in cui il pelo alto resta superiore alle prominenze del fondo non basti all'acqua per estendersi, e coprire tutto il tratto, che rimane sotto quella orizzontale. E se le osservazioni fossero fatte in quei giorni, ne' quali è piccolissimo il flusso quanto sarebbe facile il

restare ingannati da un esperimento, che a prima vista sembra decisivo. Affinchè non si creda, che io mova questi dubii senza alcun fondamento, potrà chi vuole leggere nel Diario manoscritto da me citato nel Ragionamento, e che conservasi nella libreria dell' Istituto, potrà dissi leggere sotto il dì 6. Ottobre, che trovandosi i predetti matematici in distanza del mare di pertiche 326, gli alzamenti, e gli abbassamenti osservati per il flusso, e riflusso non giungevano alle once 5, essendo la Luna in quadratura, ove sono le alterazioni poco sensibili.

Queste riflessioni, che io sottopongo all' altrui giudizio non serviranno solamente in risposta alle obbiezioni per altro ragionevoli del sig. Brunelli, ma ancora a rendere più cautelati quelli, che vorranno con nuove sperienze promuovere questa ricerca, per cui niun genere di esperimento sarebbe più opportuno di quello delle livellazioni, e degli scandagli fatti lungo il fiume, cominciando allo sbocco, e andando su per il fiume per un tratto maggiore di quello, a cui giunge l' orizzontale del pelo basso del mare. Feci menzione nel mio Ragionamento di quella livellazione, e di quegli scandagli, che furono fatti sul Lamone dal perito Cassani sotto la direzione di Eustachio Manfredi l' anno 1725. Se questi documenti non sono pubblici, se ne conservano però gli originali presso gli eredi, e spero che niuno mi farà il torto di credere, che io voglia imporre con finte misure. Secondo i numeri delle matrici ho fatto rilevare il profilo del fiume, ed eccovi ciò che ne risulta. L' orizzontale del pelo basso del mare incontra il fondo tra il passo del Coltellaccio, e le Mandriole ad una distanza in circa dallo sbocco di pertiche 1780, che sono in circa miglia 3$\frac{5}{9}$. L' altezza dell' argine nel detto punto è di piedi 9. 7. 6, e però dando di franco all' argine le sole once 7. 6 resterà per l' altezza della massima escrescenza piedi 9. Procedendo dal medesimo punto verso le parti superiori fino a S. Alberto, cioè in distanza di pertiche 1700, trovo che al fondo conviene una pendenza d' once 21 per miglio, e procedendo più in su fino al passo della barca di S. Maria di Saverna, cioè in distanza di pertiche 3000 risulta la pendenza di once 31 per miglio. Prendasi la pendenza mezzana d' once 26, e per essa si divida l' altezza di piedi 9, e ne verrà per quoziente il numero 4 esprimente la lunghezza in miglia dell' alveo, che resta sotto il pelo basso del mare, e che noi abbiamo osservato sul profilo di miglia 3$\frac{5}{9}$. Io non saprei desiderare in cose di questo genere una corrispondenza maggiore.

Passiamo ora ad altre osservazioni, che sono per le mani di tutti, e che non ponno essere sospette per parte di chi le ha eseguite. È vero però che le circostanze non sono per appunto quali si desiderano nella presente ricerca, sono però tali, che poco divario vi

dovrebbe essere in riguardo agli effetti. Abbiamo dal Barattieri una esatta descrizione dello Stirone nel tratto di 6 miglia superiori ad un sostegno, o chiusa, da cui liberamente cadono le acque nell' alveo inferiore (1). Non solo egli descrive la giacitura del fondo, e l' andamento della superficie in una massima escrescenza, assegnando in numeri le misure, ma aggiunge un profilo assai distinto, da cui potrà ogn' uno senza fatica comprendere lo stato di quel torrente. Tutto il predetto tratto di miglia 6 viene dal citato Autore diviso in 12 parti eguali, onde ciascuna parte vale un mezzo miglio. Per le osservazioni da lui fatte, tre delle dette parti, cioè la più vicina al sostegno giaciono in una linea orizzontale. Le due seguenti, che possiamo prendere come una sola retta hanno fra tutte e due un braccio di pendenza, così le altre due seguenti ne hanno braccia 3, e le altre due braccia 4. La linea del pelo alto, o sieno le altezze sopra il fondo sono state da lui riconosciute per mezzo dei segni restati negli alberi dopo la piena. Parrerà forse strano, che mentre si disputa della dispozione dell' alveo di un fiume vicino allo sbocco in mare, io voglia valermi delle predette osservazioni; pure se rifletteremo, che la libera caduta delle acque, può in qualche modo equivalere allo sbocco in mare, non disprezzeremo affatto l' esame che siamo per fare sopra un torrente, che da un celebre Autore ci viene descritto con molta accuratezza. Quando un fiume sbocca in mare, e per la maggiore facilità, che trovano le acque a scaricarsi in quel gran recipiente, e perchè l' alveo si dilata notabilmente, ne siegue l' abbassamento nelle sezioni del fiume, cioè a dire quella pendenza, di cui abbiamo parlato nel Ragionamento, ed una maggiore velocità nell' acqua. Nel nostro caso non abbiamo la dilatazione dell' alveo, ma bensì una caduta, ed uno scarico più libero che produce, e la pendenza della superficie, e la maggiore velocità dell' acqua. Riflettendo io sopra di ciò volli far prova se essendo gli effetti presso a poco i medesimi, valesse ancora la stessa forma, lo che l' abbiamo adattata ai fiumi che sboccano in mare. Niuno avrà difficoltà di accordare, che l' orizzontale condotta sul pelo alto dell' acqua nel luogo del sostegno, debba nel nostro caso equivalere all' orizzontale del pelo basso del mare, su cui vanno a spianarsi le acque dei fiumi, essendo questa nell' uno, e nell' altro caso l' altezza dell' ultima sezione del fiume. Condotta per tanto la detta orizzontale, essa incontra il fondo presso a poco in quel punto, che il Barattieri ha contrassegnato colla lettera G ad una distanza di miglia 3 dal sostegno. Ivi l' altezza della piena è di braccia 11, che divisa per la

(1) Archit. dell' acque. Parte I. Lib. VI. Cap. X.

distanza del sostegno dà la pendenza ragguagliata della superficie verso lo sbocco di braccia $3\frac{2}{3}$ per miglio. Vediamo ora procedendo verso le parti superiori del fiume quale sia la pendenza del fondo.

Prendendo un miglio superiore al punto G, la pendenza risulta di braccia $3\frac{1}{3}$ minore della ritrovata.

Prendendo miglia 2 la pendenza del fondo risulta braccia $4\frac{1}{4}$ maggiore della ritrovata.

Dunque la pendenza della superficie nella massima escrescenza, incominciando dal punto ove giunge l' orizzontale condotta sopra l' ultima sezione del fiume, è eguale alla pendenza del fondo presa dal medesimo punto verso la parte contraria; sul quale principio è fondata la formola da noi proposta.

Queste osservazioni sullo Stirone ponno valere in conferma di ciò, che io dissi nel mio Ragionamento sopra la disposizione dell' alveo, che io riconobbi come un effetto della velocità maggiore, che acquistano le acque presso lo sbocco, e non già del flusso, e riflusso, mentre senza questo preteso aiuto vediamo, che lo Stirone s' accomoda esso pure alla legge dei fiumi che sboccano in mare. Questo era pure il sentimento del Guglielmini, il quale riputava grande errore il lasciarsi ingannare dall' apparenza di quella ragione, con cui altri pretendea di provare, che il flusso, e riflusso fosse da se sufficiente a mantenere l' alveo orizzontale. Quest' azione del flusso, e riflusso, essendo sempre la stessa in ogni fiume, dovrebbe produrre il medesimo effetto di tenere escavato l' alveo alla medesima distanza dal mare. Quanto ciò sia falso, lo comprova il Guglielmini coll' esempio del Lamone, il quale *rivoltato che fu al mare ha interrito, ed alzato il proprio fondo di maniera, che nella visita del 1693. si era trovato avere dal ponte di S. Alberto al mare piedi 6. 2. di caduta*. Questa caduta non è punto contraria all' idee da noi concepite, anzi essendo poco differente da quella che risulta dalle livellazioni del 1725, può servire e a provare l' esattezza delle dette livellazioni, ed insieme la corrispondenza della nostra formola colla disposizione dell' alveo di questo fiume. Ecco per tanto, che le osservazioni del Lamone unite a quelle dello Stirone fanno vedere, che il signor Brunelli non ha un fondamento sufficiente da quel suo calcolo per conchiudere, che la formola non sia adattabile a' piccioli fiumi, e temporanei.

Nè mi movono punto le ragioni ch' egli poscia ne adduce. *Non serve*, dice egli, *che la minore altezza dell' acqua col maggior declivio della parte superiore dia un quoziente minore, perchè a ciò possa verificarsi proporzionalmente un tale quoziente; sembra vi dovesse essere una proporzionabile parità di circostanze fra le cause operanti del Po, e di un altro fiume*. Fra le cause operanti mette egli in

conto la durata delle piene, che vorrebbesi eguale nell' uno, e nell'altro fiume, e perchè queste durano più nel Po, che nel Primaro si conchiude, che non potranno produrre il supposto escavamento. Si vorrebbe inoltre, forse sul riflesso, che l' altezza delle piene in Primaro sia piedi 16, e nel Po piedi 31, o 32, che in Primaro vi corresse un corpo d' acqua chiara, e perenne colla metà dell' altezza, di quello che corre in Po, ad effetto di operare con egual proporzione, e d' impedire, che le piene separate dai torrenti non lasciassero deposizioni. Io mi confondo con tutte queste proporzioni, e siccome non scorgo con evidenza quali proporzioni esigga la natura fra tutti i constitutivi di due fiumi per renderli simili in quanto agli effetti, così non intendo quello, che pretende il mio oppositore; a cui pare, che avendo io dedotta la lunghezza dell' alveo inferiore al pelo basso del mare dall' altezza, e dalla pendenza non possa essere giusta questa deduzione, se tutte le circostanze non sieno le medesime, e a buon conto ci vorrebbe un' eguale durata nelle piene, ed un' altezza nello stato ordinario del fiume eguale alla metà di quella del Po. Se le circostanze si vogliono eguali, perchè non richiedesi un'altezza d' acqua in Primaro nel suo stato ordinario eguale a quella del Po? Oppure se piace la ragione del doppio, giacchè essa trovasi nell'altezza delle piene, perchè non si domanda, che la durata delle piene in Po sia doppia di quella di Primaro? Potrei rispondere, che se le altezze in Po, e del pelo alto, e del pelo basso fossero doppie di quelle del Primaro, e fossero doppie le durate delle piene, forse riuscirebbe la lunghezza dell' alveo di Primaro maggiore di miglia 16, e che per mancanza delle predette circostanze si riduce alle 16 miglia, e se mi replicasse l' Oppositore, che nella formola non si comprendono nè le durate delle piene, nè le altezze del pelo basso del fiume, risponderei, che poichè queste altezze, e durate secondo lui ponno alterare di molto la pendenza, avendo questa gran parte nella formola, si può far conto che v' abbia parte ancora tutto ciò che coopera a stabilire la detta pendenza. È vero, che non resta con ragione dimostrato, che la formola esprima il conveniente, e proporzionato operare di ciascuna causa, che concorre a disporre a questo stabilimento, e a stabilire l' ultimo tronco dell' alveo; ma io non ho preteso di dedurlo per via di ragioni idrostatiche, ma bensì dalle sole osservazioni; e siccome ho trovato, che una medesima regola vale per il Tevere, senza che siano proporzionali le altezze dell' acqua in ogni stato del fiume, e le durate delle piene; così ho creduto, che possa valere quella stessa regola per gli altri fiumi. A me basta, giacchè non pretendo di spiegare fisicamente i fenomeni della natura, che niuno mi possa opporre, che resti affatto esclusa dalla formola una di quelle cause, che ponno validamente

promuovere, o impedire la escavazione dell' alveo, perchè in tal caso si renderebbe sospetto il calcolo. Poichè però tutto quello che si prende a considerare in un fiume ha connessione, e rapporto o all' altezza, o alla pendenza, come la velocità, e la torbidezza dell' acqua, la durezza del fondo, la tenacità della materia, la durata delle piene, la maggiore, o minore abbondanza d' acqua nello stato ordinario, niuno potrà accusare la formola di un difetto così rilevante, e chi domanda conto della proporzione, e del rapporto, che hanno le cause operanti, domanda ciò, che a tutti è ignoto, e che se fosse stato noto all' Autore del Ragionamento, per ottenere una formola adattata al presente bisogno, non avrebbe consultato i profili dei fiumi.

Le altre difficoltà, che si movono riguardano principalmente la condizione del Primaro, per cui si vuole, che esso sia un fiume temporaneo; e per la poca acqua, che scorre in esso nei tempi delle maggiori siccità, se ne pronosticano molti disordini; si vuole, che niente vi sia di comune fra esso, e il Po; che le pendenze si abbiano a stabilire eguali a quelle del Reno solitario, che l' alveo debba essere inclinato fino allo sbocco. Io mi ero lusingato di avere col mio Ragionamento prevenute le difficoltà, che potessero addursi su tale proposito, ma avendo a fare con un ingegnoso Oppositore, conosco di non aver detto abbastanza, avvegnachè io creda di dovere ripetere molte di quelle cose che ho dette. Non è mio intendimento il parlare delle pendenze, delle quali ha dottamente trattato il chiarissimo sig. Marescotti; pure mi converrà toccare alcune proposizioni generali per quel rapporto che hanno le pendenze colla disposizione dell' alveo verso lo sbocco. Il passo allegato del Manfredi (1) non vale a confermare l' opinione dell' Oppositore, mentre i termini sono i seguenti: *Potersi tale effetto*, cioè di spingere, e di staccare le materie sciolte, *aspettare in qualche grado anche nello stato ordinario delle acque, e quindi si può inferire, che in tale supposizione un fiume perenne sarà sempre meno declive di un temporaneo*. Dice egli *in qualche grado*, onde valendosi dell' autorità di un tanto Uomo, il quale niente ora definisce, e potrebbe spiegarsi cogl' istessi termini, quand' anche l' effetto fosse piccolissimo, non è lecito, perchè manchi il detto corpo d' acqua, l' accrescere oltre misura le pendenze, e privare affatto il fiume d' un alveo orizzontale verso lo sbocco. Per meglio intendere l' intenzione di questi celebri Idrostatici, vediamo come essi si esprimono in altri luoghi. *E perchè* (2) *il continuo bagnamento contribuisce molto ad ammolire la tenacità*

(1) Guglielmini. Natura de' fiumi Art. XVI. Cap. V.
(2) Natura de' fiumi Cap. V. Coroll. II. Prop. IV.

della materia del fondo, *e per lo contrario il rasciugarsi della medesima fatto dal Sole accresce nella materia atta la tenacità*, *perciò i fiumi perenni sono per tal cagione qualche volta meno declivi*, *che i temporanei in parità di tutte le altre circostanze*. Si noti, che il Guglielmini dice, *qualche volta*, e che però non si promette un effetto sicuro. Considera in altro luogo da che provenga la tenacità, e la durezza del fondo per cui debba crescere la pendenza. *La materia limosa* (1) *che si rende tenace per l' essiccazione fatta dal Sole*, *non si depone che con una gran diminuzione di velocità*, *che appena si riscontra nell' acqua dei fiumi*. Ecco dove vanno a terminare tutti i temuti sconcerti per l' essiccazione del fondo, il quale si renderebbe difficile ad essere corroso, ed escavato sol quando la materia deposta fosse un limo sottilissimo, il quale però non si depone se non per una diminuzione di velocità, *che appena si riscontra nell' acqua dei fiumi*. Ma che diremo poi se conceduto il pregiudizio, che ne verrebbe per la essiccazione del fondo, nè pure potrà darsi il caso di questa essiccazione; mentre in ogni tempo scorrerà in Primaro tant' acqua, che basti per tenere molli, e distaccate le materie deposte; e giacchè vogliamo valerci, come è ben di dovere, dell' autorità del Guglielmini, non dobbiamo attribuire al Primaro ciò, che il detto Autore insegna essere proprio de' fiumi temporanei, mentre per la definizione, che egli ne ha data (2), non deve il Primaro mettersi in quel numero. Aggiungeranno forse, che sempre manchi al Primaro nel suo stato ordinario quel corpo di acque abbondanti, che è capace, secondo il parere de' prenominati Autori, di staccare, e portar via le materie deposte. Ed io torno a ripetere ciò, che dissi nel Ragionamento, che quello che non si fa per un corpo di acque chiare, e perenni, si fa poscia colla prima piena che arrivi, e così resterà il fiume stabilito con quelle pendenze, e con quella disposizione dell' alveo verso lo sbocco, che esige il corpo d' acqua di cui è fornito il fiume nelle massime escrescenze.

Si vuole, *che il Primaro sia presentemente più paragonabile al Po*, *perchè le piene sono ora di maggior durata perseverando esse tal volta dei mesi*, *e perchè vi si mantiene un corpo di acqua perenne*, *che rende più lunga l' azione per scemare le pendenze*. *Queste due condizioni di maggior durata delle piene*, *e delle acque perenni*, *rendono il Primaro diverso dal Primaro renduto torbido*. Non v' ha dubbio, che non vi sia un gran divario tra questi due stati del fiume; ma

(1) Natura de' fiumi Corol. VI. Prop. VI. Cap. V.
(2) Natura de' fiumi Cap. III.

sta a vedere quanto uno stato sia più vantaggioso dell' altro per conto delle pendenze, e della disposizione dell' alveo verso lo sbocco. Se si proponessero due fiumi d'origine molto diverse, l'uno de' quali ricevesse dagl' influenti tant' acqua, che le piene vi durassero dei mesi, e che inoltre vi si mantenesse un corpo di acqua abbondante, e perenne; mentre l' altro fiume restasse affatto asciutto la maggior parte dell' anno, e quando ricevesse acqua dalle pioggie, e dalle nevi durassero le piene poche ore; vorrei allora in parità delle altre circostanze concedere, che il primo fosse meno declive dell' altro, e che disponesse un tratto più lungo d' alveo verso lo sbocco in una linea orizzontale. Ma parlandosi di due stati differenti di un medesimo fiume, che in capo all' anno non può ricevere, che quella copia di acque che gli viene somministrata dagli influenti, se l' acque saranno trattenute per far sì, che le piene durino un tempo più lungo, bisogna immaginare, che per qualunque sezione, tanto più ne scorra, quando abbia essa un libero accesso nel recipiente. Da questa velocità, che secondo la durata supposta delle piene sarebbe in un caso più di cento volte maggiore, che nell' altro, avrebbe il fiume maggior forza di escavare, e di mantenere un letto orizzontale verso la foce; e però non trovo alcun vantaggio dall' essere ora, come dice, il Primaro più paragonabile al Po, di quello sia per essere in una nuova inalveazione. Nè giova il dire, che rendendosi più lònga l' azione, ne segua maggiore effetto; perchè se la forza dell' acqua non vale a superare la resistenza della materia, non la riceverà mai, siccome una potenza non potrebbe vincere un peso di lei maggiore per quanto durasse la sua azione. È ben però vero, che in uno stato le acque saranno chiare, o poco torbide, e nell' altro saranno intieramente torbide. Questa differenza fa, che non si abbia solo a tener conto della durata delle piene, la quale da se sola in vece di giovare pregiudicarebbe all' escavazione, ma della durata insieme, e della torbidezza delle acque, per le quali cose combinate insieme in diverso modo vi potrebbe essere un compenso tale, che non restasse o per l' una, o per l' altra pregiudicata la disposizione dell' alveo di cui si tratta. E già ne ho dette alcune ragioni nel mio Ragionamento, che ponno leggersi al §. *Replicheranno forse col dire*.

Si crederà forse, che serva in risposta a quanto io ora oppongo ciò, che il sig. Brunelli dice più a basso nella sua scrittura, cioè che il fondo del Primaro sia per alzarsi in modo da rimanere incapace di ricevere tutti i fiumi della Romagna; onde è poi, che sminuendosi nel Primaro torbido il numero degli influenti debba succedere, che in esso durino meno le piene, di quello che facciano presentemente, senza che bisogno vi sia di quell' aumento di velocità

poco fa da me indicato. Sarebbe questo un altro punto di controversia, il quale secondo il parer mio niente ha che fare colla presente, ed è facile intenderne la ragione. La controversia che ora si tratta, si riduce ad esaminare, se possibile sia, unire in Primaro tutti i torrenti, e tutti gli scoli del Bolognese, e della Romagna senza danno delle provincie aggiacenti. Per decidere questo punto, conviene in primo luogo cercare quali pendenze richiederebbe il corpo di acqua, che si formasse dall'unione di tanti torrenti, e quanto esteso fosse l'alveo orizzontale verso la foce. Si studia da tutte le parti, si consultano gli autori, si esaminano l'esperienze, si stabiliscano regole dalle quali dipende la risoluzione della controversia; imperocchè quando si convenisse nelle regole ritrovate, si passerebbe allora a descrivere un profilo mediante le osservazioni della visita, e segnata in essa la linea del fondo secondo le pendenze stabilite, e colla debita disposizione dell'alveo verso lo sbocco, si vedrebbe tosto qual caduta avessero nel recipiente tutti i torrenti, e tutti gli scoli, i quali se mai restassero impediti, e forzati a spandersi per le campagne, allora si conchiuderebbe non essere eseguibile la meditata inalveazione. Per la qual cosa ognuno vede, che trattandosi di stabilire le pendenze, e la lunghezza dell'alveo orizzontale, bisogna supporre, che tutti gl'influenti concorrano nel medesimo alveo. Che se vorremo cominciare la disputa supponendo ciò che è in questione, cioè che il recipiente rimanga col fondo tanto alto, che escluda la maggior parte degl' influenti, e cercheremo poscia le pendenze, come se vi scorresse il solo Reno, o l'altro influente, non v'ha dubbio, che non fossero per trovarsi tali inconvenienti da rendere disperata l'operazione, e noi ci vedremmo costretti a rimanere nello stato miserabile in cui ci troviamo.

Resta per ultimo da considerare il calcolo che fà l'Autore per la lunghezza dell'alveo, che resta sotto il pelo basso del mare. *Sembra*, dice Egli, *che dalla profondità della foce, e dalla inclinazione della cadente nasca il rigurgito*. Concede ivi una pendenza d'once 12, supponendola d'once 14 $\frac{3}{4}$ nelle parti superiori. Vuole, *che s'imposti la cadente alla foce piedi 4 sotto il pelo basso del mare, la quale alzerà il fondo sopra il detto pelo alla distanza di miglia 4.* Dopo tutto ciò accorda, che il fiume non sia per mantenere una pendenza regolare, e vuole che s'abbia ad incurvare *colla solita concavità, rendendosi declive al punto del regurgito, e poscia acclive per sormontare gli scanni*. Il sig. Brunelli mostra di rinunciare per cortesia ad once 2 $\frac{3}{4}$ per miglio, ma il fatto si è, che dopo se le ritoglie con usura. Accorda egli nel Primaro *le solite concavità* verso la foce, cioè quelle che si osservano in tutti i fiumi grandi, e piccoli, perenni, e temporanei. Queste concavità non sono così poco estese,

che non eccedano un miglio ne' fiumi minori. Nel profilo del Lamone descritto con le osservazioni del 1725. un piano orizzontale condotto sul fondo più alto vicino alla foce, incontra l' alveo ad una distanza alquanto maggiore di un miglio. Fatto lo stesso nel Savio a norma degli scandagli del 1731, de' quali ho dato conto nel fine del mio Ragionamento, si trova, che la predetta orizzontale incontra il fondo alla distanza in circa di un miglio, e mezzo. Molto maggiore trovasi la detta distanza nel Reno, e Montone uniti. Con questi esempi siami lecito il supporre, che la orizzontale condotta sul massimo fondo alla foce del Primaro, incontri l' alveo ad una distanza di un miglio. Per tutto questo intervallo resterà bensì curvo il fondo, cioè prima declive, e poscia acclive, ma per l'eguaglianza di queste contrarie, e cadenti dovrà prendersi come orizzontale, e come se fosse quella concavità ricolmata di terra. Perchè poi si suppone, che il pelo basso del mare si estenda su per il fiume alla distanza di 4. miglia, la pendenza di piedi 4, che richiede per eguagliare la profondità della foce, dovrà distribuirsi alle tre miglia che restano, onde si avrà una pendenza di once 16 per miglio. Ecco che in vece di sminuire la pendenza, si accresce per lo meno di once $1\frac{1}{4}$ per miglio. Se mai paresse, che io avessi ecceduto nella lunghezza della concavità supponendola di un miglio, si rifletta, che per quanto essa si diminuisca, si proverà sempre nello stesso modo, che sebbene siasi accordata una pendenza di once 12, si fa poi uso di una pendenza maggiore; e quando si volesse sostenere la pendenza accordata, bisognerebbe rinunciare affatto alla concavità. Volendo il signor Brunelli concedere qualche diminuzione nella pendenza, e stabilire col suo metodo la lunghezza della concavità, che egli crede convenire al Primaro, e a questa aggiunga il numero delle miglia, che colla supposta pendenza giungano ad eguagliare la profondità della foce.

Ciò è conforme a quello che ho detto nel mio Ragionamento al §. *Per queste riflessioni*. Non debbo dissimulare, che nei fiumi si prendono le pendenze ragguagliate, e che non ostante la supposta concavità presso la foce potrà sempre dirsi, che essendo la caduta di piedi 4 in miglia 4, fatta un' eguale distribuzione, tocchi un piede a ciascun miglio. Egli è vero essere questo il metodo, che si tiene per esprimere la misura della pendenza in un fiume, che avendo il fondo irregolare, ed incostante per i diversi accidenti che s' incontrano, non può sottomettersi ad una regolare pendenza; e quando si tratta d' immaginare un nuovo alveo, chi è mai che il descriva con quelle pendenze irregolari che si trovano nei fiumi, e che niuno può prevedere; ma quando s' abbia determinata la caduta da punto, a punto con quell' ordine, che si crede conveniente, bisogna poi

commettere al fiume la distribuzione irregolare della pendenza, e lasciare ad esso l'arbitrio di disporla a modo suo. Ora però che si tratta di una concavità di natura sua necessaria, come a noi dimostra, e la ragione, e la esperienza degl' altri fiumi, non deve essa mettersi in conto di quelle irregolarità, per le quali trova il fiume un compenso nelle altre pendenze. Se nel descrivere un profilo di nuova inalveazione, si notasse in essa un fondo concavo presso la foce di quella estensione, che fosse conforme all' esperienze degl' altri fiumi, qual ragione vi sarebbe di cominciare ad indicare il fondo sopra il termine di quella concavità, con una pendenza maggiore di quella, che conviene al fiume nelle parti superiori; come se nel nostro caso fosse la concavità di due miglia, non sarebbe egli mostruoso, e contrario al sentimento del sig. Guglielmini, e degli altri Idrostatici l'assegnare a ciascun miglio dei due, che restano una pendenza di once 24, quando nelle parti superiori si credesse bastare una pendenza di once $14\frac{3}{4}$?

Per meglio spiegare ciò, che a me par di comprendere, consideremo le cose in un modo differente da quello, da cui fin' ora le abbiamo immaginate, perchè quando esse non sono soggette a dimostrazioni evidenti, giova il riguardarle secondo diversi punti di veduta per iscegliere quello che meglio si adatti alla nostra intelligenza. Primieramente io considero, che le sezioni si vanno abbassando verso la foce per due ragioni, come è noto ad ognuno, e perchè cresce nel fluido la velocità, e perchè l'alveo si dilata ove confina col mare. Facciamo conto, che con argini robusti si tenga ristretto il fiume fino allo sbocco, oltre il quale resti la spiaggia assai profonda. Non v' ha dubbio, che tolta la dilatazione dell' alveo non sia per maggiormente profondarsi la foce? Suole praticarsi questo ripiego nei piccioli fiumi che sboccano in mare, per ottenere alla foce quella profondità, che abbisogna alle navi per avere l'ingresso nel fiume. Per quello che sono ora per dire, mi basta di supporre, che il Primaro tenuto ristretto, acquisti una profondità sulla foce, che in tutto giunga a piedi 5. Supponiamo pure una pendenza regolare di once 12 per miglio, senza che si formi alcuna concavità presso lo sbocco. Con queste supposizioni il pelo basso del mare si estenderebbe su per il fiume ad una distanza di miglia 5. Lasciamo ora al fiume la libertà di dilatare l'alveo secondo che richiede lo stato suo naturale. Si restituirà il fondo nello sbocco alla primiera altezza, e per questo alzamento di un piede si formerà la concavità senza alcuna alterazione della pendenza verso la parte superiore, la quale pendenza se fosse soggetta a qualche cambiamento, sarebbe essa in diminuzione, perchè dilatandosi le ultime sezioni, e abbassandosi le acque prima di arrivare alla foce, cagionerebbero uno scarico

più libero alle acque superiori, e per questo aumento di velocità si avrebbe una forza maggiore per escavare il fondo, e per diminuire la pendenza. Da tutto questo discorso, senza che io altro aggiunga, intenderà ciascuno quanto ragionevole sia la difficoltà da me proposta nei due precedenti paragrafi.

Proseguendo l'esame conforme l'idea concepita del Primaro tenuto ristretto fino alla foce, egli è manifesto, che la questione di trovare il punto a cui giunge il pelo basso del mare sarebbe decisa, se fossero cognite due quantità, cioè la profondità della foce nel fiume tenuto ristretto, e la pendenza ragguagliata del fondo nella parte inferiore vicino allo sbocco. Imperocchè divisa l'altezza della foce per la pendenza ragguagliata del fondo si avrebbe la distanza, a cui giungerebbe il pelo basso del mare; la quale distanza si manterrebbe poi la medesima, o piuttosto diverrebbe maggiore, allorquando lasciato il fiume in libertà, acquistasse l'alveo verso lo sbocco la sua naturale dilatazione. Lascio ad altri il formar conghietture sopra l'una, e l'altra delle predette quantità, confidando, che per quanto sieno impegnati a raccogliere da esse una conseguenza a noi svantaggiosa, purchè però non oltrepassino i limiti della ragionevolezza, non potranno a meno di non accordare una lunghezza d'alveo molto maggiore di 4 miglia, come suppone il sig. Brunelli. Nel Primaro tenuto ristretto, dovendo la profondità della foce supplire alla larghezza, oltre modo diminuita, se nello stato presente si contenta il fiume di piedi 4, io non farei sicurtà, che non ne bisognassero allora 8, oppure 9. Il Tevere che si divide in due rami, nel ramo più piccolo detto di Fiumicino ha la foce profonda quasi 12 piedi per cagione delle palizzate ivi costrutte, le quali non permettano al fiume di dilatarsi, come succede nell'altro ramo, ove per conseguenza la foce resta profonda solamente piedi 8. Per quello poi che riguarda le pendenze, se io esamino quelle, che sono state esibite dai Matematici Ferraresi, e Bolognesi, posso con fondamento pronosticare, che a quel tratto inferiore bastar debba una pendenza ragguagliata di once 8 in circa. Con questi elementi stabiliti con tutta la moderazione, si faccia il calcolo, e si vedrà che l'alveo che resta sotto il pelo basso del mare poco differisce in lunghezza da quello, che con altro metodo ho dedotto nel mio Ragionamento. Non debbo qui omettere di avvertire, che se i nostri Avversarj vorranno per loro vantaggio supporre molto piccola la profondità della foce, non ostante che il fiume sia tenuto ristretto, saranno poi forzati a concedere una maggiore diminuzione nella pendenza, giacchè abbassandosi vie più le sezioni inferiori, è forza, che colla stessa ragione reciproca dello abbassamento crescano le medie velocità. E se non vorranno sminuire le pendenze, non potranno nè meno supporre accresciuta la

velocità, e però conservandosi presso a poco eguali le sezioni, troveranno in fine la profondità della foce molto maggiore di quella, che fosse per essere vantaggiosa alla loro intenzione.

Affinchè ciascuno possa conoscere con quale ordine procedano le pendenze, per cagione della maggiore, o minore altezza della foce, ho fatto un calcolo colle seguenti supposizioni. Suppongo l'altezza della massima escrescenza in Primaro di piedi 16. Le sezioni, sebbene sia tenuto il fiume ristretto sino allo sbocco, non potranno mantenersi eguali, ma cominceranno ad abbassarsi a qualche distanza dal mare per le ragioni altre volte dette, per le quali abbiamo ancora luogo di credere, che la detta distanza sia eguale al rigurgito del pelo basso del mare entro il fiume. Il paragone dell'altezza della sezione superiore di piedi 16, ove arriva il pelo basso del mare, con quella che si vorrà supporre alla foce, servirà di fondamento per calcolare, secondo le teorie de' più celebri Autori, il rapporto delle pendenze nei due punti ai quali appartengono le dette sezioni. Fatta la somma di esse, e poi la metà di detta somma, si avrà a un dipresso la pendenza ragguagliata dell'intervallo contenuto fra le due sezioni, e la lunghezza di esso risulterà dal quoziente che nasce, essendo divisa l'altezza della foce per la detta pendenza. Per rendere esatto conto di tutto il mio calcolo, ho supposto nulla la velocità superficiale nel luogo della sezione superiore, e perchè possa la stessa quantità di acqua nell'altra sezione, ho potuto senz'altra notizia della velocità superficiale dedurre dall'altezza vera l'altezza equivalente. Nel calcolare le pendenze mi sono servito del metodo insegnato dal celebre padre Frisio, ed esposto nel suo avreo libro del *modo di regolare i fiumi*. Avrei potuto seguire il metodo, che ha tenuto il chiarissimo sig. Marescotti per calcolare le sue pendenze, ma io ho voluto attenermi al primo, conoscendolo meno favorevole al mio intento. Ho supposta la pendenza sul luogo della prima sezione di once 10, la quale più tosto eccede quelle pendenze, che hanno stabilite i matematici Ferraresi, e Bolognesi, dall' opinione de' quali se alquanto mi allontano, il faccio per rendere la supposizione più svantaggiosa al mio calcolo. Il mio Oppositore pretende coll' autorità del Manfredi, che la pendenza debba essere almeno eguale a quella del fiume meno inclinato. Quanto sia male in questo luogo interpretata la intenzione di Eustachio Manfredi, senza che io altro aggiunga, chiaramente il dimostra il padre Frisio nel sopra citato libro (tom. 6. di questa racc.) Dopo tutte queste supposizioni ho calcolato la lunghezza dell'alveo sottoposto al pelo basso del mare, e corrispondente ad una data altezza della foce, incominciando dai piedi 6, fino ai piedi 14. Ho giudicato inutile il proseguire il calcolo per le altezze minori di 6, e maggiori di piedi 14, lusingandomi

che niuno vorrà immaginare un' altezza, che oltrepassi i predetti termini.

Profondità della foce.	Pendenza ragguagliata dell'alveo inferiore al P. B. del mare.	Lunghezza dell'alveo inferiore al P. B. del mare.
Piedi.	*Once.*	*Miglia.*
6	$7 \frac{3}{4}$	$9 \frac{1}{3}$
7	$8 \frac{1}{6}$	$10 \frac{1}{3}$
8	$8 \frac{1}{4}$	$11 \frac{1}{3}$
9	$8 \frac{5}{6}$	$12 \frac{1}{4}$
10	$9 \frac{1}{8}$	$13 \frac{1}{7}$
11	$9 \frac{3}{7}$	14
12	$9 \frac{5}{8}$	15
13	$9 \frac{5}{7}$	16
14	$9 \frac{5}{6}$	17

La disposizione dell'alveo tenuto ristretto, come finora l' abbiamo considerato, è coerente all' idea di quelli, ai quali sembra che la cadente dei fiumi s' abbia a continuare sino alla foce, onde non dovessero essi avere difficoltà di abbracciare una teoria, di cui hanno avuto presentimento, dall' altra parte conviene, che riflettino non potere convenire ai due stati differenti del fiume la stessa inclinazione dell' alveo. Quella pendenza che in un caso va a terminare col fondo sulla foce, sminuendosi la profondità della foce per la dilatazione dell' alveo non può tutta rimanere impiegata per la perdita fattasi della caduta, onde o conviene sminuire la inclinazione del fondo, o accordare una concavità presso la foce, che renda come orizzontale una porzione dell' alveo. Sembra probabile, che segua e l' uno, e l'altro, cioè che si faccia una concavità, e che a qualche distanza dallo sbocco, cioè superiormente al luogo dove comincia a dilatarsi le sezioni, acquista l'acqua maggiore forza per escavare il fondo. Per questa ragione la lunghezza dell' alveo calcolata nella supposizione del fiume tenuto ristretto fino allo sbocco, sarà per divenire maggiore quando si dilati il fiume, e però non resta luogo a temere, che la dilatazione dell' alveo sia per alterare le distanze del rigurgito a nostro svantaggio. Chi ricusa di ascoltare qualunque ragione, che non sia puramente dimostrativa, e non vuole aprir gli occhi, che al lume chiaro dell' evidenza, io gli do questo consiglio di non leggere cosa alcuna, e di non iscrivere sopra queste materie.

Eustachio Zanotti.

RISPOSTA
ALLA SECONDA MEMORIA
DEL PADRE XIMENES

Concernente le obbiezioni da lui fatte contro il Ragionamento presentato alla visita sopra la disposizione dell' alveo dei fiumi verso lo sbocco in mare.

Dovendo io rispondere a ciò che oppone il padre Ximenes al mio Ragionamento sopra la disposizione dell' alveo dei fiumi verso lo sbocco in mare, potrei lusingarmi di farlo con brevità se si riguarda il numero delle obbiezioni esposte nella seconda sua Memoria; ma trattandosi di un affare di somma importanza, non parmi conveniente il trascurare cosa alcuna di ciò, che può contribuire alla retta intelligenza di alcune regole necessarie da stabilirsi per intraprendere con sicurezza una nuova inalveazione; e massimamente avendo a fare con un dottissimo Avversario, l' autorità del quale potrebbe valere moltissimo, se la ragione non assistesse la nostra causa. Nel rispondere, io non seguirò lo stesso ordine con cui sono esposte le difficoltà sparse in diversi articoli della prima parte della Scrittura responsiva al sig. Marescotti; cercherò bensì di raccogliere tutto ciò che appartiene al mio Ragionamento, per far vedere quanto sia lontano dal vero, che attenendosi il padre Ximenes *ai principj miei, ed a quelli del sig. Marescotti senza aggiungervi niente del suo, venga a risultare un nuovo profilo del fiume, il quale distrugga il progetto del Primaro.*

Perchè meglio si comprenda lo stato della questione, conviene primieramente avvertire, che il mio Oppositore non intende per foce del fiume la stessa sezione, che intendiamo noi. Egli intende per foce *quel punto prossimo al mare fin dove la piena giunge incassata*. E quindi mostrando di attenersi ai principj miei, e a quelli del sig. Marescotti, trova l' alveo del nuovo fiume in una situazione molto svantaggiosa agl' interessi delle provincie aggiacenti. Io non sono per opporml, che egli prenda per foce qual sezione più gli piace, essendo questo un arbitrio conceduto specialmente ai matematici di definire le cose a loro modo, mi basta di avvertire, che io mi sono servito di questo termine in quel senso, con cui fin' ora è stato adoperato dagl' Idrostatici, e dai periti, che hanno scritto sopra queste materie. Il Castelli nel discorso, o considerazioni intorno alla

laguna di Venezia, per dare idea della foce, dice, che ove un fiume sbocca in mare, ivi si alza una trinciera di arena a mezza Rina detta in Toscana Cavallo, la quale traforata dalla corrente dà libero il corso alle acque formando quivi la bocca del porto, e lo sbocco del fiume. Il Montanari ha intesa la foce nell' istesso modo, come si rileva da' suoi pensieri sopra il mare Adriatico. Per conoscere quale fosse il sentimento del Manfredi, e dello Zendrini, basta dare un' occhiata a ciò che hanno detto nell' esporre i scandagli da essi fatti sopra i fiumi di Ravenna, e che ho esibiti nel fine del mio Ragionamento, da' quali si comprende, che per foce non hanno intesa l' ultima sezione del fiume incassato, e dove il fondo comincia a farsi acclive, ma bensì una sezione entro mare fra gli scanni formati dalle alluvioni. E per fine senza consultare, ciò che hanno scritto gli Autori, si osservi qualunque profilo, e si vedrà qual sezione sia stata indicata dai periti per foce del fiume. Per tanto avendo io sopra alcuni profili stabilite certe regole, non è poi lecito ritenere le stesse parole colle quali sono enunziate le regole, e cangiarne il significato, e pretendere nello stesso tempo, che abbiano a valere le regole. Imperocchè se nel Po, e nel Tevere la distanza a cui giunge il pelo basso del mare dalla foce istessa nel senso comunemente accettata, viene espressa con una frazione, che abbia per numeratore l' altezza della massima escrescenza, e per denominatore la pendenza ragguagliata del fondo superiore, ciò non potrà più verificarsi, quando si prenda per foce del fiume un' altra sezione, che renda molto diversa la predetta distanza. Per la stessa ragione la pendenza della massima escrescenza presa dal punto ove cominciano ad abbassarsi le sezioni fino al punto della foce, non può riuscire la medesima, quando si prenda per foce un' altra sezione, perchè cangiandosi i termini della distanza, e non essendo la pendenza per tutto eguale, non può a meno di non riuscire diversa la pendenza ragguagliata, che se ne deduce. Parmi che la nostra controversia proceda in gran parte dall' uso differente, che abbiamo fatto degli stessi vocaboli, per cui ha creduto il padre Ximenes di potere con giustizia asserire, *che non sono le sue ipotesi, che condannano la linea di Primaro, ma gli stessi principj, e gli stessi insegnamenti dei professori Bolognesi.*

Esaminiamo ora più dappresso le ragioni del padre Ximenes. Suppone in primo luogo (520) che l' acqua del Po a quella del nuovo fiume sia once 16. 1; onde le loro radici saranno once 4. 1; indi suppone l' altezza dell' acqua magra del Po alla foce vera di piedi 12, e facendo le altezze come le radici quadrate delle portate dell' acque, ne conchiude, che l' altezza dell' acqua magra alla vera foce di Primaro, sia di piedi 3. Considerando poscia qual sia la cadente nel Po, posta la foce di piedi 12, e ritenendo la distanza dalla foce

di miglia 51, che noi abbiamo assegnata al tratto inferiore dell' alveo, che resta sotto l' orizzontale del pelo basso del mare, trova nell' ipotesi delle cadenti reciproche alle radici quadrate delle portate delle acque, la pendenza in Primaro d' once 11 1/31, e quindi la lunghezza dell' alveo sotto la detta orizzontale di miglia 3. Parmi difficile di ravvisare in questo raziocinio un fondamento sufficiente, per lasciarsi vincere dalla conseguenza che ne risulta. Dirò in primo luogo, che non è mai stata supposta da alcuno alta la foce in Po piedi 12. Poichè però intende egli per foce una sezione diversa da quella, che è stata comunemente accettata, senza però indicarne il luogo, a fine di ben intendere il suo raziocinio, converrà cercare il luogo di detta sezione colle notizie, che abbiamo dello stato del fiume. Si concede nello stato ordinario un' altezza d' acqua tra Lagoscuro, e la Stellata di 13, o 15 piedi, e si fa conto, che la pendenza della superficie sia di once 2 in circa per miglio. Prendendo l' altezza a Lagoscuro di piedi 14, e la pendenza di once 3, si trova che l' altezza dell' acqua di piedi 12, o sia la foce del Po, secondo il sentimento del mio Avversario, cade in distanza presso a poco di 8 miglia dal predetto luogo, cioè lontana dal mare più di 30 miglia. Non occorre tener conto in questo calcolo della situazione del fondo, che è molto irregolare; anzi perchè da Lagoscuro al mare si fa esso acclive, essendo il fondo allo sbocco più alto del fondo a Lagoscuro, converrebbe su tale riflesso allontanar maggiormente questa foce dal mare. Soggiunge egli poscia, che in Po si ha una cadata di piedi 12 in miglia 51, con che viene a concedere, che l' orizzontale condotta sul pelo dell' acqua alla foce da noi ritrovata lontana dal mare, più di 30 miglia incontri il fondo alla distanza di miglia 51; e siccome dal profilo che egli forma del Primaro, mostra di credere, che l' acqua bassa alla foce si spiani col livello del mare, si conchiuderà da tutto questo discorso, che l' orizzontale del pelo basso del mare, si estenda entro il fiume ad una distanza dallo sbocco maggiore di 80 miglia, lo che è contrario alle osservazioni, e contrario altresì all' intenzione di quelli, che vorebbono anzi diminuire nei fiumi quella lunghezza d' alveo, che resti sotto il pelo basso del mare, affine di togliere in parte la forza che hanno gli esempj, e le osservazioni di ciò, che succede negli alvei dei fiumi.

Si fanno le altezze alla foce, come le radici quadrate delle portate delle acque. Ciò sarebbe vero in parità delle altre circostanze, quando la scala delle velocità fosse il triangolo, e fosse nulla la velocità superficiale, ma quando la scala fosse una parabola, come sembra più verisimile, converrebbe allora servirsi delle radici cube dei quadrati di esse portate. Comunque sia, giacchè non giova ora questionare intorno la scelta della curva, che esprime la velocità;

egli è però certo, che in ogni supposizione che si faccia, non è lecito conchiudere, che le altezze seguano quella proporzione tra le portate delle acque, che esige la curva delle velocità, se non quando sieno eguali le larghezze, che se saranno ignote le larghezze, o essendo note, non se ne terrà conto nel calcolo, quanto maggiore sarà la differenza di esse, tanto più insoffribile riuscirà l'errore che nasce dall'averla trascurata. Lascio ad altri il pensare, se la differenza che passa tra la larghezza del Po, e del Primaro sia così piccola da non farne caso. Vale la stessa eccezione quando si vogliano stabilire le cadenti per mezzo delle portate dell'acqua, essendo contrario alla ragione il conchiudere cosa alcuna senza tener conto della larghezza. Il padre Ximenes ha avuto difficoltà di approvare simili raziocinj ove si tratti, che un recipiente riceva un nuovo influente, per lo scrupolo che ha, che non si mantenga la stessa larghezza d'alveo, ma ora che si tratta di una differenza cotanto ragguardevole la trascura, non altrimenti, che se potesse riguardarsi come nulla.

Conviene ancora riflettere, che secondo il padre Ximenes, sono differenti le altezze dell'acqua alla foce nel fiume magro e nel fiume pieno, per la qual cosa io non so comprendere quale sia la ragione per cui volendo egli coll'esempio del Po raccogliere l'altezza dell'acqua alla foce di Primaro nella magrezza del fiume, in vece di valersi della proporzione, che hanno le acque basse, abbia fatto uso della proporzione, che hanno le acque nella massima escrescenza. M'accorgo bene di ciò ch'egli stesso avrà conosciuto, cioè che l'altezza alla foce di Primaro sarebbe riuscita tropo piccola, e forse di poche once, e però rendendosi da se manifesta. La insussistenza di un tale risultamento, avrebbe questa senz'altro esame fatto conoscere quanto poco convenga fidarsi delle premesse, e delle ipotesi da principio stabilite. In fatti l'Oppositore ci manifesta egli stesso la poca fiducia, che ha di un tale raziocinio colle seguenti parole. *Io non intendo di dire nè che le ipotesi adoperate siano le vere, nè che il risultato abbia ad essere così*; nel che siamo affatto d'accordo. Non così siamo per accordare, che queste *ipotesi non sieno affatto strane*, dalle quali *se si deducano le stesse illazioni, che ha egli dedotte coll'autorità, e colle ragioni sparse nella sua prima memoria*, abbiamo anzi un giusto motivo di sospettare e del buon uso delle autorità, e del valore di quelle ragioni. Invita poscia a fare *altre ipotesi meglio fondate per vedere se possa risultare nulla*. Al che mi faccio lecito di rispondere, che non è difficile il trovare ipotesi meglio fondate, e che i raziocinj da noi fatti nel primo Ragionamento, essendo fondati sulla semplice osservazione debbano valere assai più di quelli, che abbiano per fondamento, non dirò

dell' ipotesi affatto arbitrarie, ma di quelle ancora, per parlare conforme al sentimento degli stessi nostri Autori, che fossero sottilmente dedotte dalle leggi della meccanica, e dell' idrostatica.

Dopo tuttociò sarebbe inutile il tener dietro a quel profilo, che egli dà nel Primaro, il quale non ha altro fondamento, che le ipotesi esaminate di sopra. Dopo le quali se riesce la posizione dell' alveo contraria al nostro interesse, non ha ragione il padre Ximenes di fare il torto ai due scrittori Bolognesi col dire, che *seguitando passo per passo le loro ipotesi, arrivasi a quella pendenza di Reno, che egli vuole sostenere*: imperocchè le ipotesi non sono dei Bolognesi, ma sue.

Per non dilungarmi inutilmente, e per non ripetere tutto ciò, che ho scritto in occasione di rispondere alle obbiezioni del signor Brunelli, pregherò il padre Ximenes a dare un occhiata alla detta risposta, sperando, che abbiano a valere presso di lui le nuove riflessioni che ho fatte per provare, che il pelo basso del mare sia per estendersi nel nuovo fiume ad una distanza molto maggiore di quella, che vorrebbono accordare i nostri Avversarj. Questo è ciò che ho avuto in animo di provare, e non già che il letto sia orizzontale dal punto ove giunge il pelo basso del mare sino alla foce, come il padre Ximenes ha supposto (§. 20.) mentre nel detto Ragionamento mi sono espresso colle seguenti parole: *E potremo in oltre asserire che dal detto punto*, (cioè dal punto ove giunge l'orizzontale del pelo basso del mare) *alla foce altra caduta non abbisogni che quella, che sia eguale alla profondità della foce*. Invito con coraggio il mio Oppositore a leggere la detta risposta, giacchè ha avuta la buona sorte di stabilire diverse proposizioni, che trovo conformi all' idee da lui concepite, ed espresse in quest' ultima sua memoria; ed acciò non paia, che io prometta più del dovere, andrò raccogliendo, e confrontando quei passi, che paiono detti in conferma delle mie proposizioni.

Nel rispondere al sig. Brunelli, propongo da considerare, ciò che succederebbe ad un fiume tenuto ristretto fino allo sbocco in mare, cioè fin dove il mare abbia la spiaggia di qualche profondità, ed ho poscia esaminato, ciò che debba succedere quando il fiume lasciato in libertà si dilati, acquistando quell' ampiezza verso lo sbocco, che è naturale a ciascun fiume. Ecco le proposizioni, che servono di fondamento al mio raziocinio, e che ora disporrò con quell' ordine, che stimo il più conveniente.

1. Nel fiume incassato fino allo sbocco con le sponde artificiali, cominceranno le sezioni a divenir meno alte a qualche distanza dal mare.

2. La foce avrà maggiore profondità di quella, di cui abbisogna il fiume constituto nello stato suo naturale.

3. Si manterrà il fondo con qualche pendenza fino allo sbocco.

4. La pendenza andrà sempre diminuendo. Nel supposto che il fiume si dilati come la natura esige, quando sia tolto qualunque impedimento procurato dall' arte.

5. Il letto si alzerà ove il fiume si dilata, senza cangiarsi la pendenza del fondo superiore, la quale pendenza se fosse soggetta a mutazione, dovrebbe piuttosto diminuire.

6. Per questo alzamento si formeranno le concavità, che si veggono in tutti i fiumi, e qui si noti, che formandosi le concavità per il solo alzamento del fondo inferiore, egli è manifesto, che esse altro non sono, che il fondo stesso del fiume tenuto ristretto. Da queste premesse se ne raccolgono quelle conseguenze, che ponno leggersi nella risposta al sig. Brunelli.

Cominciando dalla prima proposizione, parmi ch' essa non abbia bisogno di alcuna conferma, avendo io dimostrato, che peggio sarebbe per i nostri Avversari se pretendessero, che l' altezza del fiume ristretto si mantenesse la stessa fino alla foce.

Ciò che viene da noi asserito nella prop. 2. si accorda ottimamente colla diffinizione, che dà il padre Ximenes della foce, e s' accorda altresì colle seguenti parole del §. 22: *se qualche mutazione vien fatta alla massima verissima del Guglielmini, e del Manfredi; questa consiste nell' impostare il principio delle cadenti alla foce sì, ma a maggiore profondità di piedi 4, il che nasce dalla retta intelligenza della foce.*

La proposizione terza è affatto conforme al sentimento del padre Ximenes, e del sig. Brunelli, che insegnano che s' abbia ad imporre la cadente alla foce del fiume, e chi crede ciò convenire ad un fiume, che si dilati verso lo sbocco, molto più dovrà accordarlo ad un fiume tenuto ristretto. È vero che il padre Ximenes non intende per foce quella sezione che intendiamo noi, ma è vero altresì, che in un fiume tenuto ristretto si toglie ogni equivoco, e la foce considerata nell' uno, e nell' altro senso va a cadere nella stessa sezione.

La proposizione 4. viene approvata per ciò che si dice al §. 4. *Ed ardirei quasi di assicurare, che non vi sia fiume, o torrente di qualche regolarità, che non diminuisca le sue rispettive pendenze pel solo titolo del maggiore accostamento al recipiente; ed al §. 5. Si finga il solo Reno inalveato dalla Rotta Panfili sino al mare, è certo per le cose dette, che le sue pendenze diminuiranno sino al mare, senza il concorso di altre acque.*

Che il letto si alzi ove si dilata il fiume come viene asserito nella prop. 5., è questo un insegnamento datoci da tutti gl' idrostatici, ed abbastanza comprovato coll' esperienza.

In conferma della prop. 6. ecco ciò che dice il padre Ximenes al §. 22. *Distinguendo la pianta dello scanno dal declive del fiume, ed il tronco del fiume incassato dal tronco aperto, quella concavità svanisce, e diviene alveo vero del fiume; essa è concavità in rapporto allo scanno, e sua scarpa, ma non già in rapporto all' alveo anteriore*. E poco dopo: *Il fatto è che queste non sono concavità, ma sono i veri alvei de' fiumi, i quali finiscano dove comincia la scarpa dello scanno, creata per ampiezza delle sezioni*.

Quantunque fra noi si convenga nelle precedenti proposizioni, non voglio però lusingarmi, che resti perciò deciso il punto controverso dalla lunghezza dell' alveo sottoposto al pelo basso del mare; imperocchè rimane da stabilire, e la pendenza del fondo nell' ultimo tronco del fiume incassato fino allo sbocco, e la profondità della foce, che sono i due elementi, come abbiamo spiegato nella risposta al sig. Brunelli, da' quali dipende la lunghezza ricercata. Seguendo la scorta dei raziocinj, e delle riflessioni del padre Ximenes non sarà difficile convenire ancora nella profondità della foce. Egli la stabilisce in Primaro ove è notata la sezione 2. incontro alla Torre tra le pigne dei pilloni piantati per serrare l'ingresso ai bastimenti. Questa sezione per gli scandagli fatti in visita ha una profondità di piedi 10 sotto l' orizzontale comune, e di piedi 9 sotto il pelo basso del mare. Si pretende che qui vi sia un fondo morto per l' angustia della sezione, e che per ciò non s' abbia a valutare tutta la profondità di piedi 9 come profondità della foce. Il discorso procederebbe ottimamente, se fosse vera l' angustia della sezione, ma essendo tutto il contrario, come il dimostrano le misure prese in visita, quel diritto che aveva egli per sminuire detta profondità, l' acquisto io per accrescerla. La sezione notata nel profilo n. 1, che è la più vicina allo sbocco ha di larghezza pertiche 17; la sezione n. 2. incontro alla torre pertiche 15½; la sezione n. 3. alla chiavica Leonardi pertiche 12; e la sezione n. 4. alla chiavica Bedone pertiche 10, dal qual l' ordine apparisce chiaramente, che non si restringe l' alveo, ma si dilata. Tuttavia perchè non paia, che io voglia troppo star sul vantaggio, accetterò la misura trovata di piedi 9, come profondità dela foce.

Resta per ultimo da stabilire la pendenza del fondo. Io non voglio ricorrere a ciò, che hanno detto i Ferraresi, e i Bolognesi troppo sospetti di prevenzione. Per togliere se è possibile anche in ciò ogni motivo di disputa, procurerò di attenermi in questa ricerca agli insegnamenti stessi del mio Oppositore. Vuole egli che la pendenza di Reno alla Rotta Panfili sia once 18, la quale però dovrà per diverse ragioni scemare di molto nelle parti inferiori; imperocchè non solo sminuisce la pendenza pel titolo del maggiore accostamento al recipiente, ma ancora per l' aggiunta di nuove acque, che portano una torbidezza poco differente da quella di Reno. Voglio supporre, che

dopo di avere il Reno ricevuto molti influenti, acquisti la pendenza di once 15, e che l'altezza di queste acque unite, sia presso a poco eguale a quella, che si vuole attribuire al Reno, dopo la confluenza della Sammoggia, cioè di piedi 18, mentre il farla maggiore, sarebbe vantaggio al mio calcolo. Non voglio qui dissimulare, che sebbene il padre Ximenes prenda per foce del fiume la sezione vicina alla torre di Primaro, ove la profondità è di piedi 9, non suppone però che ivi si spiani l'acqua della massima escrescenza col pelo del mare, ma la fa più alta di piedi 3, onde prendendosi l'altezza dell'acqua nelle parti superiori di piedi 18, bisogna accordare quel solo aumento di velocità, che corrisponde ad una sezione diminuita sino all'altezza di piedi 12. Con questi dati avrei desiderato di potere calcolare la pendenza verso la foce, mediante la formola esibitaci nella prima Memoria, ma io mi sono incontrato in tali difficoltà, che non mi hanno permesso di farne uso; imperocchè se io considero le resistenze eguali, ed eguali le larghezze, come porta la presente nostra supposizione, si ridurrebbe la formola ad $S = \frac{1}{AV}$, ma essendo $\frac{1}{AV}$ una quantità costante, ora che si tratta dello stesso corpo d'acqua, ne verrebbe una pendenza per tutto eguale, lo che è contrario agli insegnamenti stessi dell'Autore. Nè meno posso valermi della formola $S = \frac{1}{AA}$ non essendo le altezze delle sezioni in proporzione reciproca delle larghezze, e in oltre conviene riflettere, che la formola così ridotta in vece di scemare, farebbe crescere le pendenze. In questa confusione di cose, non crederò di allontanarmi molto dal sentimento del mio Oppositore, se abbandonando nel caso presente l'elemento dell'altezza, riterrò quello della velocità, giacchè trattandosi dello stesso corpo di acqua, sebbene l'altezza non sia costante, è però costante la quantità di acqua, che passa in ciascun momento. Per tanto ridotta la formola ad $S = \frac{1}{V}$, ne risulterà la pendenza presso la foce di once 10, la quale riuscirebbe molto minore, se in vece della semplice velocità fosse sostituito il quadrato di essa, o altra maggiore potestà. Essendo la pendenza alla foce di once 10, e nelle parti superiori di once 15, possiamo far conto, che la pendenza ragguagliata nel tratto del fiume, ove si abbassano le sezioni sia di once 12. Questo risultato della pendenza non dovrebbe essere disapprovato dal mio Oppositore, non solo per essere dedotto da' suoi insegnamenti, ma perchè ancora si accorda colla pendenza di once 11 $\frac{1}{2}$ da lui calcolata coll'ipotesi esibite al §. 20. Dopo tutto ciò si raccoglie, che concedendosi per l'ultimo tronco dell'alveo quella maggiore pendenza, che ponno mai pretendere i nostri Avversarj,

non potrà essa eccedere le once 12; onde dividendo per essa l'altezza della foce di piedi 9, ne risulterà la lunghezza dell' alveo sottopposta al pelo basso del mare di miglia 9. Sebbene questa larghezza sia minore di quella, che ho dedotta nel mio Ragionamento, è però sufficiente per rendere vani gl' infelici pronostici, che si fanno contro il progetto, di condurre le acque nel Po di Primaro.

Una difficoltà potrebbe muoversi contro questo mio discorso, e che rilevo da ciò, che dice il padre Ximenes al §. 2, cioè, che le concavità che si osservano ora in Primaro, e che io ho supposto mantenersi della stessa profondità, quando nell' alveo vi concorreranno le acque torbide de' nostri torrenti, s' abbiano in parte a ricolmare per gli interrimenti, e che però da esse non possa dedursi la profondità della foce nel nuovo fiume. Se queste concavità sono effetto della chiarezza dell' acqua, e non della velocità, in tal caso è ragionevole il dubbio; ma se si formano per le velocità, e per l' impeto, siccome questo sarà maggiore crescendo il corpo d' acqua nel fiume, bisognerà ancora, che sieno maggiori le concavità. Per questo riflesso acquista maggior forza l' argomento da me addotto, e il mio Oppositore deve essere contento, che io prenda regola per la foce, da ciò che si osserva nello stato presente del fiume.

Parrerebbemi di avere appieno sodisfatto alle ingegnose opposizioni del padre Ximenes, se non fossi egualmente premuroso di liberarlo da un timore, che egli ha concepito (§. 19.) sull' esempio del Tevere, in cui si scorge una pendenza molto grande nella superficie della massima escrescenza per cui teme, che possa seguire un simile effetto, e forse maggiore nel nuovo fiume; e perchè risulta dalle nostre osservazioni, che la pendenza della superficie verso la foce sia eguale alla pendenza del fondo superiore al rigurgito del mare, conceduta una grande pendenza nella superficie, converrebbe accordarla ancora nel fondo. Avverte egli ottimamente, che questa grande pendenza, di cui godono le acque del Tevere, non può da altro procedere, che dalla torbidezza, *la quale lega talmente le parti del fluido, e gli genera tal resistenza, che ne hanno a risultare effetti sensibilissimi*; e conchiude, che ad altra cagione non debba attribuirsi la differenza di tal pendenza dalla pendenza di Primaro, se non dall' essere quelle acque torbide, e queste chiare. Tutto ciò si potrebbe concedere, se la pendenza dipendesse unicamente dalla maggiore, o minore torbidezza delle acque. Il Po di Lombardia è più torbido del Primaro, e pure si trova avere minore pendenza. Ma qui si replica, che il Po è un fiume troppo grande per servire di esempio nelle circostanze in cui siamo. Io non voglio ora sostenere, che questo gran fiume debba da se solo dar regola per la meditata inalveazione; ma se si vuole, che serva d' esempio il Tevere maggiore

anch' esso del Primaro, e non il Po, conviene prima stabilire qual differenza v' abbia a essere fra le portate di due fiumi, acciò l' uno possa servire d' esempio all' altro. Ritornando alla torbidezza io convengo, che legandosi insieme le parti del fluido, si renda esso meno atto a scorrere liberamente, il quale impedimento però, posta la stessa quantità di fluido, non dipende solamente dalla quantità della materia mescolata coll' acqua, ma ancora dalla condizione della medesima, e dalla disposizione, che hanno le parti a collegarsi insieme. La quantità della materia che portano le acque del Tevere, non essendo in tanta copia, per le notizie che abbiamo, che superi di molto quella del Po, e degli altri nostri fiumi, non possiamo attribuire ad essa tutto l' effetto della maggiore pendenza, e sembra più tosto, che se la natura esige tal pendenza, ciò debba essere per cagione della condizione, e della qualità della materia mescolata coll' acqua. Io non debbo ora mettere in conto la tenacità del terreno, la quale come insegna il Guglielmini (1) rende da se sola più declive il fiume; imperocchè qual ora si considera la pendenza della superficie verso lo sbocco in mare, non so vedere come la durezza di un fondo quasi orizzontale possa contribuire a quella pendenza, e come non s' abbia questa a ripetere dalla condizione della torbida. Anzi non avrei difficoltà di asserire, che la stessa pendenza del fondo superiore trovata molto grande nel Tevere, fosse in gran parte un effetto della condizione, e della qualità della torbida, la quale se sia tale, che deposta formi un corpo duro, e tenace, quella maggiore pendenza, che esige il fiume per conto della tenacità del fondo, viene a riconoscere come sua prima origine la condizione della torbida. Se non abbiamo esperienze fatte a bello studio per decidere della qualità, e condizione della torbida di ciascun fiume, abbiamo però notizie tali, che non ci lasciano desiderare queste sperienze. Egli è certo, che la condizione del fondo di un fiume, e le alluvioni, e gl' interrimenti, che si fanno per esso, ci danno indizio della condizione della materia trasportata dalle acque. Ora sappiamo per confessione degli stessi periti, i quali hanno fatta la pianta, e il profilo del Tevere, che il fondo di esso è durissimo, e che il terreno aggiacente al fiume nella bassa pianura, è di tale consistenza, che non può escavarsi senza grande fatica. Si rende dunque manifesto, che le torbide del Tevere sono composte di parti, che facilmente si legano insieme, lo che non può dirsi egualmente del Po, se si considera la natura del fondo, e delle sue alluvioni, che sono poco differenti da quelle de' nostri fiumi. Conchiuderemo per tanto, che

(1) Prop. IV. Cap. V. della Natura de' fiumi.

per conto della torbidezza dobbiamo lusingarci, che la natura sia per esigere una pendenza in Primaro, che più si accosti a quella del Po, che a quella del Tevere.

Superata la ripugnanza di ricorrere al profilo del Po, affine di scoprire con qual legge disponga la natura l'alveo dei fiumi verso lo sbocco in mare, aggiungerò alcune riflessioni fatte sopra il detto profilo, che ponno tener luogo d'appendice al mio Ragionamento. Prendo a considerare l'andamento della curva secondo cui si dispone la superficie, della massima escrescenza, senza addottare alcuna ipotesi, e senza l'aiuto d'alcuna equazione, ma solo colla scorta delle semplici osservazioni. Abbiamo detto nel Ragionamento, che il pelo alto comincia ad accostarsi al pelo basso superiormente a Lagoscuro in distanza dal mare in circa di miglia 50. Sia questo luogo il punto A ed esprima la curva qualunque CAHGM la superficie della massima escrescenza. Sia la foce in M, oppure il luogo ove il pelo alto si spiana sulla superficie del mare. Per A, e M si tiri una linea retta AM (*fig. unica tav.* 1.) Sia DM l'orizzontale del pelo basso del mare, e la linea irregolare OBF rappresenti il fondo, che possiamo riprodurre come una linea retta. Dico in primo luogo, che la curva della massima escrescenza da principio è concava, e poi convessa, e poi di nuovo torna concava, formando due flessi contrarj; e in secondo luogo, che la linea AM taglia la curva in quattro punti.

Abbiamo dalle osservazioni sulle quali è stato descritto il profilo, che la superficie della massima escrescenza da Lagoscuro a Racano pende once 4 per miglio, da Racano ai Certosini once 7, e quindi va crescendo la pendenza fino alla Cavanella, e dopo scema nell'accostarsi del fiume allo sbocco. Bisogna dunque che gli angoli che fanno i latercoli della curva come in H, sieno rivolti all'ingiù, e che per ciò la curva sia di sopra convessa. Perchè poi gli ultimi latercoli in M si fanno orizzontali, dovrà nel fiume la curva rivolgere il concavo da quella parte ove era rivolto il convesso, e formare tra H, ed M un flesso contrario.

Considerandosi la curva nelle parti superiori verso C, ove essa procede parallela al pelo basso, ed insieme parallela al fondo, dovrà essere concava, giacchè il fondo viene riguardato come un poligono, i cui lati vanno scemando l'inclinazione coll'orizzonte. Stante le cose a questo modo, sarà necessario l'incontrare nella curva un altro flesso fra C, A, ed H.

La linea retta AM esprime la pendenza ragguagliata del pelo alto tra A ed M. Questa pendenza si è trovata di once 7 ½. Dunque la pendenza della AM, è maggiore della pendenza, che hanno i primi latercoli della curva da A verso H, onde è forza, che l'angolo BAM, sia minore dell'angolo mistilineo BAH, e che però la curva dopo il

punto A resti superiore alla linea AM; ma i latercoli della curva si fanno orizzontali in M, dunque bisogna, che verso la foce essa resti inferiore alla linea AM, e che vi sia un punto tra A, e M, ove la curva, e la retta si tagliano. Superiormente al punto A dovrà la curva tagliare la stessa retta in un qualche punto C, perchè essendo concava la curva, e crescendo sempre gli angoli dei latercoli coll' orizzonte, non si può immaginare, nè che la curva si allontani dalla retta, nè che ad essa si accosti come ad assintoto.

Con queste poche riflessioni si comprende facilmente qual sia l'andamento della curva, ed è facile altresì l' intendere come in AB debba crescere l' altezza dell' acqua sopra il fondo del fiume, imperocchè supponendo il fondo dotato di una regolare pendenza, giacchè il corpo di acqua che scorre sopra di esso, comincia ad incontrare nella sezione BA quella resistenza, che cagiona l' acqua del mare col suo rigurgito fino in B, non potrà a meno l'acqua del fiume di non arrestarsi qualche poco per acquistare colla maggiore altezza quella velocità, che prende sopravvenendo una nuova resistenza. Questo effetto potrebbe in qualche modo corrispondere all' osservazione dello Zendrini, che trova un massimo nelle altezze delle acque dei fiumi, e che egli chiama ventre della piena. Io non posso asserire, che questo effetto si osservi nel Po, mentre nel profilo da me esaminato manca la linea del fondo; posso bensì assicurare, che tanto nel profilo del Tevere, quanto in quello di Primaro si scorge una maggiore altezza di acqua presso a poco in quel punto ove giunge l' orizzontale del pelo basso del mare.

Dal punto d' intersezione C sia condotta una perpendicolare CD. Paragonandosi questa CD con AB si avrà la pendenza ragguagliata nell' intervallo CA della curva, e questa sarà eguale all' inclinazione coll' orizzonte della retta CA. Per la qual cosa si rende chiaro, che la pendenza ragguagliata del pelo alto da A fino alla foce, è eguale alla pendenza ragguagliata dello stesso pelo alto da A verso la parte contraria, prendendo per termine il punto C ove la curva taglia la retta. Che se nell' intervallo tra A, e C si trovano paralleli, e il pelo alto, e il fondo, potremo ancora asserire, che la pendenza ragguagliata del fondo tra B, e D sia eguale alla pendenza ragguagliata del pelo alto da A fino alla foce, conforme a ciò che si è detto nei capi precedenti.

Non essendo cognita la natura di questa curva, non può sapersi il luogo preciso del punto C, onde potrebbe dubitarsi, che nel prendere ad arbitrio la distanza del punto C dal punto A, per avere la pendenza ragguagliata del fondo, e per calcolare con essa la lunghezza BM, come abbiamo spiegato nel Ragionamento, restasse detta pendenza alterata in modo che cagionasse nel risultato un errore da non

disprezzarsi. Si potrebbe ancora dubitare, che il fondo, o il pelo basso tra A, e C non fosse esattamente parallelo al pelo alto. Vediamo non ostante questi dubbi, e quale esattezza possiamo compromettercì nei risultati, usando con qualche moderazione dell' arbitrio, che abbiamo in mancanza delle notizie necessarie nel prendere la lunghezza BD, e la pendenza ragguagliata del fondo, che ad essa corrisponde.

Seguendo l' ordine delle pendenze dateci da Eustachio Manfredi (1), e supponendo la pendenza del pelo basso tra Lagoscuro, e la Stellata d' once 7 per miglio, la pendenza ragguagliata da Lagoscuro alla Secchia non eccede le once 8, onde sebbene si faccia un accrescimento di miglia 28 nella lunghezza, che si prende dal punto A verso le parti superiori, non riesce la pendenza che di un oncia per miglio. Nell' incertezza in cui siamo per la lunghezza di BD, voglio supporre un errore di miglia 28 prima in eccesso, e poscia in difetto. Nelle circostanze in cui siamo ne risulterebbe una pendenza ragguagliata o maggiore, o minore del giusto di un' oncia. Vediamo ora quale errore ne verrebbe nell' uno, e nell' altro caso per la distanza BM. Si divida l' altezza AB di piedi 31 prima per once 8 ½, e poscia per once 6 ½. Trascurando le frazioni, sarà il primo quoziente 44, e l' altro 57. Ecco i limiti degli errori, che si potrebbero commettere, se si trattasse di cercare nel Po la lunghezza dell' alveo, che resta sotto l' orizzontale del pelo basso del mare; errori che non debbono indurci a disprezzare affatto la formola, massimamente trattandosi di una ricerca, per cui fino ad ora non è stata proposta alcuna regola.

L' indole di tutti i fiumi è la medesima, e concorrono ad operare in essi le medesime cause, consistendo la differenza nel più e nel meno, onde nei raziocinii che abbiamo fatti sul profilo del Po, potranno applicarsi agl' altri fiumi. Ho scelto questo profilo, perchè quanto più sono grandi gli oggetti, tanto più manifeste sono le differenze nelle misure, che si prendono, e tanto meglio appariscono le loro proporzioni. Sullo stesso profilo il celebre padre Grandi (2) fondò alcune sue conghietture rispetto alla curva della massima escrescenza. Non essendovi ragione per escludere dalla nostra formola i fiumi minori, solamente potrebbe dubitarsi, che sebbene ritenesse la curva la medesima indole variassero però le proporzioni fra le quantità, come BD, e BM, ma ciò non toglierebbe ogni vantaggio, che può aversi dal calcolo. Poniamo nel Primaro l' altezza della massima escrescenza di piedi 16, la quale sebbene sia riputata troppo

(1) Dialoghi fra Giorgio, e Maur. ec.
(2) Tomo IV. di questa Raccolta.

piccola dal mio Oppositore, mi faccio ora lecito di adoperare, essendo quanto più piccola, tanto più svantaggiosa al mio calcolo. Prendiamo ancora la pendenza ragguagliata col maggior svantaggio possibile, e questa si faccia d'once 15, sebbene per averla tale, converrebbe procedere allo in su, fin dove il fiume esige una pendenza di due piedi in circa. Con tutte queste svantaggiose misure risulterebbe la lunghezza dell' alveo inferiore al pelo basso di miglia $12\frac{4}{5}$. Chi mai vorrà contrastarci una pretensione cotanto discreta?

Eustachio Zanotti.

SCRITTURA

Con cui si esamina il Parere pubblicato in Roma dai padri Francesco Jacquier, e Tommaso le Seur professori di matematica, sopra diversi progetti intorno al regolamento delle acque delle tre provincie di Bologna, Ferrara, e Romagna (1).

Dovendo per ordine dell' Illust. ed Eccelsa Assunteria delle acque esporre qual sia il mio sentimento sopra i diversi progetti, che hanno dato motivo alle controversie insorte fra le provincie di Bologna, di Ferrara, e di Ravenna, non potrò essere breve quanto vorrei, importando molto nelle presenti circostanze il dimostrare quanto sia stato facile a chi non era provveduto di tutte le notizie necessarie, il prendere qualche abbaglio, massimamente in una materia, in cui le osservazioni, e le esperienze più che le ragioni astratte debbono servire di guida. E perchè si tratta del pubblico interesse, al quale conviene che ceda il rispetto, che professo agl' Autori del Parere, spero che mi sarà perdonato, se per togliere qualunque impressione, che far potesse il celebre loro nome, m' ingegnerò di scoprire la debolezza de' raziocinj ovunque sia, e di provare che opponendosi il Parere, a ciò che l' esperienza ne addita, tanto è lontano, che scelgasi da essi un rimedio ai presenti mali, che anzi si espone la nostra provincia, e quella di Romagna a danni maggiori.

Si fa in primo luogo l' enumerazione de' pregiudizj che soffrono le tre provincie per lo sregolato corso de' fiumi. Pur troppo sono vere le vaste inondazioni sul territorio di Bologna, provenienti dal corso impedito delle acque, al dispetto della favorevole nostra situazione, che dovrebbe renderci immuni dalla maggior parte di questi disordini. Indi si passa a considerare i danni del Ferrarese, i quali sebbene consistano in semplici timori, e pericoli di que' mali, che già da gran tempo affliggono la nostra provincia, pure si vogliono più degl' altri mettere in vista ad effetto di persuadere, che per sollevare la provincia più oppressa, debba meno computarsi il vantaggio delle altre. Ma purchè il racconto funesto di tanti mali che opprimono una sì bella, e doviziosa parte dello Stato Pontificio, è stato fatto principalmente per dimostrare la necessità di mettere in opera un

(1) Si osservi il Tomo IX. di questa raccolta, ove è inserito il suddetto Parere.

qualche rimedio, sarebbe inutile l' esaminare quale delle provincie si trovi in peggior condizione. Il mio assunto sarà di far vedere, che le ragioni colle quali si pretende di mostrare incapace il Primaro a recare il desiderato sollievo, non sono di alcun momento; e che la linea superiore prescelta per il progetto migliore sarebbe la rovina del Bolognese, e della Romagna. Prima però d' intraprendere un tale esame, sarà opportuno il considerare certe proposizioni premesse dagli Autori del Parere, sopra le quali sono in gran parte fondati i loro ragionamenti, lo che farò citando le parole stesse, che si leggono nel detto Parere.

Il danno principale (§. 1. num. 2.) *al quale si trova soggetta la provincia di Ferrara, consiste particolarmente nelle piene di Primaro il quale rimane gonfio alcune volte per lo spazio di 20, 30. giorni minacciando gli argini appena di qualche once superiori alle acque ec.* Raccolte che fossero tutte le acque in un solo canale senza che più si espandessero nelle valli, certamente la massime escrescenze durerebbero un minor tempo; pure dovendosi smaltire la stessa quantità d' acqua, converrebbe che ne' giorni di massima piena fosse maggiore il corpo d' acqua a proporzione della minore durata della piena. Ora domando io se sia più ragionevole valutare il pericolo dal corpo di acqua, o dalla durata? Chi sarà di parere, che s' abbia più tosto a temere la quantità dell' acqua che gonfia il fiume, che la durata di una piena minore? Risponderà che si vuole rimuovere dal Polesine di S. Giorgio, e dalle valli di Comacchio un pericolo per recarne ad altra parte un maggiore. In quanto agli argini, che rimangono di poche once superiori alle acque, desidero d' essere informato se essi sieno giunti a tale altezza, che sia impossibile l' aggiungervi un mezzo piede di terra per avere di franco uno spazio maggiore; imperocchè se i Ferraresi conoscono potersi ciò fare, avendo sotto gli occhi argini più alti, come sono quelli del nostro Reno, e del Po, è irragionevole mettere la bassezza degli argini in conto di que' disordini, che esigono la esecuzione di un nuovo progetto.

Anderà aumentandosi il pericolo d' anno in anno per il ristringimento delle valli; non il solo Polesine, ma anche le valli di Comacchio si ridurrebbero all' infelice stato d' essere recipienti delle acque. Finalmente la navigazione del Po essendo non poco danneggiata, si renderebbe affatto impraticabile, e dalla corrosione, e deposizione delle materie seguirebbe l' interrimento dell' alveo. In conseguenza sarebbe affatto perduto per acqua il commercio fra la Romagna, e Ferrara. In fatti che le valli si ristringano è evidente, poichè li torrenti mediante la deposizione delle acque torbide rialzano il terreno, e ne hanno anche bonificate alcune parti; onde si rende manifesto, che il ristringimento di queste valli, e le acque che lo vanno

riempiendo nel tempo delle piene, devono necessariamente cagionare degli disviamenti nel corso di Primaro, ed interrirne l' alveo. Il timore che il Polesine di S. Giorgio, e le valli di Comacchio sieno per divenire il recipiente delle acque, e che si perda la navigazione, pare fondato su ciò che il ristringimento delle valli cagioni interrimento nell' alveo di Primaro. I periodi sono alquanto intralciati, e il senso oscuro, nè ben s' intende come dalla corrosione debba seguire interrimento nell' alveo, e dallo ristringimento delle valli i disviamenti nel corso di Primaro. Sono formate le valli alla destra di Primaro dai torrenti, e dagli scoli che vi sboccano, e dall' espansioni dello stesso Primaro disarginato da quella parte; e tanto gli uni come l' altro vi portano interrimenti, che riempiendo i fondi più cupi delle valli, e riducendosi ad un piano, che sempre più si accosta all' orizzontale, invece di ristringere, pare anzi che debbano ampliare, ed estendere maggiormente la superficie della valle. Ciò deve seguire per confessione degl' Autori stessi del Parere, i quali (§. 1. num. 3.) si esprimono nel seguente modo. *Finalmente riempiendosi queste valli colle deposizioni delle acque torbide dei torrenti Sillaro, Quaderna ec. le piene di que' torrenti, e degli scoli non trovando spazio sufficiente, sono obbligate a spandersi nelle campagne.* Che se vorremo riflettere, che i torrenti come la Centonara, la Quaderna, il Sillaro in processo di tempo si formeranno un alveo fra le proprie alluvioni, e giungeranno senza opera degli uomini a mettere foce in Primaro, questo è un caso assai remoto, nè io mi aspettava, che ora si pensasse a ciò, che sarà da qui a più secoli. Forse hanno in vista gli Autori del Parere quella ripa, o spalto che va formandosi il Primaro torbido colle sue deposizioni, per cui andrà sempre più diminuendosi la quantità d' acqua, che esce dal Primaro in tempo di piena; ma ciò deve contribuire ad escavare il fondo del fiume non ad interrirlo, e reca vantaggio, e non pregiudicio alla navigazione. I due matematici c' insegnano pure (§. 2. num. 7.) che col dividere le acque in diversi alvei, se ne diminuisce la velocità, la quale per conseguenza verrà accresciuta coll' unirle insieme, aggiungendo al Primaro quelle dei torrenti, e facendo riparo all' espansioni. Da questa velocità accresciuta, ne segue profondamento nell' alveo, onde non conviene temere alcun pregiudizio per la navigazione mossi da un argomento, che prova tutto il contrario. Non debbo omettere che quanto è lodevole, è giusta la premura di conservare la navigazione tra Ferrara, e Romagna, altrettanto possiamo noi dolerci, che non abbiano pensato nè punto, nè poco nello scegliere la linea superiore a quella tra Bologna, e Ferrara. È vero che vi hanno pensato gli Autori delle linee superiori proponendo canali d' acque stagnanti, botti sotterrane, ponti canali nel nuovo fiume, ma a quali difficoltà

non sono soggetti questi ripieghi, i quali trattandosi di un affare di somma importanza, avrebbero meritato dai due matematici qualche particolare ponderazione, se voleano assicurare la nostra provincia d'essere per essa egualmente premurosi, che per le altre.

Quanto alla Romagna (§. 1. num. 3.) *i danni, che ella soffre, consistono principalmente nelle inondazioni delle campagne tra Primaro, il Santerno, e il Zaniolo. Sono cagionate queste inondazioni dalle piene di Prmaro, il quale in una gran parte del suo corso a destra è disarginato.... Si potrebbero impedire, o almeno diminuire le dette inondazioni col mezzo degli argini: ma il rimedio generalmente considerato sarebbe peggiore del male, poichè in questo caso il Primaro spanderebbe le sue acque nelle campagne dirimpetto al Polesine di S. Giorgio ec.* Pare da questo discorso, che sia necessario ad un fiume l'espansione di una certa quantità d'acqua, così che dovesse scaricarsi nelle valli superiori quella, che cessasse di spandere il fiume nelle valli inferiori. Io non nego, che ristringendosi il Po coll'impedire, o diminuire l'espansioni per le valli inferiori, non succedesse da principio qualche alzamento di pelo nel fiume; ma ciò potrebbe avvenire senza che si alzasse sensibilmente il pelo dirimpetto alla valle del Morgone, e a quella d'Argenta, dipendendo questa elevazione dalla distanza, a cui si estenderebbe il rigurgito, il quale come è noto a tutti gl'Idrostatici non ascende fino all'origine del fiume, ma si fa sentire a piccola distanza, che dipende e dall'alzamento del pelo inferiore, e dalla pendenza della superficie dell'acque. Resta in oltre da considerare, che questo alzamento di pelo si farà sul principio, e poi si abbasserà col profondamento dell'alveo; lo che succedendo, come debbono accordare i due Matematici per i principj da loro stabiliti, si vede quanto poco vi sia da temere per le valli superiori, per le quali se sono essi premurosi, siccome propongono di arginare il Primaro all'incontro delle valli inferiori, potrebbero proporre lo stesso per le valli superiori; valendo la stessa ragione per dimostrare che niun danno ne verrebbe agl'adiacenti, e che anzi si otterrebbe il vantaggio di rendere fruttifere molte campagne incapaci di coltivazione, per la espansione del fiume.

Non dee tralasciarsi (§. 1. num. 4.) *il pericoloso esempio che ci ha somministrato il Cavo Benedettino nel mese di Maggio dell'anno scorso.... la piena sormontò gli argini tanto a destra, che a sinistra in molti siti; ma perchè a destra sono più robusti, e vi accorse moltissima gente, che indefessa vi lavorò in tempo così piovoso, succedettero bensì alcuni trapassamenti d'acqua, ma di mediocre danno. Al contrario dall'altra parte nessuno essendovi accorso.... l'acqua spezzò l'argine sinistro ec.* La rotta di cui se ne dà qui un'esatta, e minuta descrizione, altro non è che una semplice rotta, la

quale dà occasione di riflettere quanto infelice sia la situazione di quelle campagne, che per la loro bassezza, sono forzate dalla natura a dare il passo ai fiumi, e che non ponno difendersi senza il riparo di alte, e robuste arginature. Se vi fosse modo di condurre queste acque al mare senza mettere in pericolo nessun paese, non credo che alcuno vi fosse così nemico dell' altrui bene, che pensasse d'imporre tal servitù; ma quando si tratta di levare il pericolo da una parte, per trasportarlo in altra parte, io credo degni di scusa quelli, che rimanendo esposti si oppongono. Se i due Matematici non raccontano questo caso ad altro fine, che per muovere la compassione in riguardo a Ferrara, non mancheranno alle altre provincie simili esempi, e i Ravegnani particolarmente potrebbero con uno stile egualmente patetico descrivere la piena succeduta l' anno 1636, per cui squarciossi l'argine destro del Montone, e le acque urtando nel sinistro del Ronco l' apersero, e così uniti que' due fiumi convertirono la città chiusa d' ogni intorno in una valle. Nè di questo disordine fu colpa la debolezza degli argini, nè la poca custodia, e cura degli abitatori come leggesi nella relazione di sopra descritta. Temono ancora i Ravegnani i predetti due fiumi, benchè alquanto scostati dalla città; e però se debbo confessare il vero non so dar loro il torto, se ricorrono alla clemenza del Sovrano, per impedire, che tutte le acque superiori non si uniscano in un solo alveo, che accresca i loro timori coll' esporre a maggior pericolo il territorio. E quando mai si pretendesse, che non potessero essi ricusare tal servitù, domandar potrebbero ai Ferraresi, perchè essi soli si sieno opposti per tanto tempo a dare il passaggio alle acque di Reno, che conforme la disposizione della natura, doveano unirsi a quel fiume reale, che riceve le acque del Piemonte, della Lombardia, e degli altri paesi a destra, e sinistra fino al mare.

Da queste (§. 1. num. 5.) *e dalle precedenti riflessioni crediamo dimostrata la necessità di qualche riparo per le tre provincie; cioè* crediamo dimostrati i danni che soffrono le tre provincie, ai quali sarà giusto, e doveroso il porre riparo, quando il riparo vi sia; che se non vi fosse, come sembra non esservi daochè il rimedio proposto sarebbe peggiore del male, converrebbe allora soffrire i danni in pace, e cercare soltanto qualche temperamento, che in parte alleviasse i pregiudiciali effetti dello sregolato corso delle acque. *Nè parerebbe* (§. 1. num. 6.) *giusto esigere da noi un calcolo esatto della spesa....* Benchè sieno necessarii tali calcoli nell' esecuzione attuale, nulladimeno sono inutili, e non possono fare ostacolo alcuno quando si tratta d' una riparazione necessaria.... Si vede quanto sia superfluo qualunque calcolo economico, purchè la esecuzione non sia superiore alle forze delle provincie, il che è fuor di dubbio. Questa

esecuzione sarebbe per mio avviso superiore alle forze delle provincie, quando la spesa fosse superiore alle dette forze; ma come potremo noi sapere se la spesa sia, o non sia superiore senza farne il calcolo? M' accorsi bene che i due Matematici hanno preveduta la opposizione gravissima, che può farsi contro la linea superiore per cagione della spesa esorbitante, che vi vorrebbe ad eseguirla, onde fanno ogni sforzo per declinare da essa, e per mostrare che questo calcolo sia inutile. Se si trattasse d' una questione puramente metafisica, ed astratta, come per esempio, se uno cercasse ciò che dovesse succedere nell' alveo di un fiume, che avesse le sponde di marmo, sarebbe allora indiscretezza il provocare l' Idrostatico a fare il calcolo della spesa. Ora si tratta di un progetto che si vorrebbe eseguire. I vantaggi che aspettano le tre provincie non consistono nelle scritture, che si vanno spacciando, ma nella esecuzione di un qualche progetto; e come mai può cadere in capo ad alcuno che sia inutile il calcolo della spesa? Non pretendo io già questo calcolo da due Matematici, e nè manco vorrei che alcuno il pretendesse da me, pretendo solamente che se essi non vogliono fare il calcolo, il considerino almeno come necessario, e lo aspettino dai Periti, prima di dare un assoluto giudicio della scelta del progetto, oppure se a loro piace per altri titoli di preferire la linea superiore, le diano pure la preferenza con questa condizione però, che la spesa non ecceda le forze delle provincie. Ne crederò mai che il modo di provare, che una spesa non eccede le forze di chi deve eseguirla sia quello di mostrarne il bisogno, e diciamo puranche la necessità. Per altro io sono di parere che potesse essere tanta la utilità di questo calcolo, che per esso solo si potesse por termine alla disputa. I fautori della linea superiore accordano, che la spesa ascenderebbe a due milioni incirca di scudi. Alcuni nostri periti avendola calcolata con tutta la possibile diligenza, l' hanno trovata di cinque milioni di scudi, senza computare quel di più, che suol computarsi in simili operazioni per gli accidenti non preveduti. Conviene inoltre riflettere, che come c' insegna l' esperienza, cresce sempre il dispendio a più del doppio, di quello si era calcolato. Il Cavo Benedettino può servire d' esempio, che importò più del doppio della stima che si era fatta prima di por mano all' opera. Lo Zendrini ci dà questo avviso nella sua relazione della diversione del Ronco, e del Montone. *La vastità de' lavori ha assorbito una somma maggiore del doppio, di quella che erasi calcolata. Tale è il destino delle opere grandi, di non potersi mai, attesi i moltissimi accidenti che ne emergono, limitare il dispendio, qualunque diligenza venghi praticata da chi assiste*. Poichè dunque le grandi operazioni sono più soggette delle piccole agli accidenti impensati, lascio decidere ai Periti a quale somma potrebbe

infine ascendere tutta la spesa; e lascio decidere a chi bene informato della pubblica economia, sappia misurare le forze delle provincie, se sia omai tempo di non più udire gli abbastanza uditi matematici, e di consigliar loro a riserbare per qualche filosofica quistione accademia coteste sottili ricerche.

Nella parte seconda del parere altro non si fa che descrivere l' andamento delle linee, che i due Matematici hanno preso ad esaminare; onde passeremo alla terza parte incominciando dal (§. 3. num. 11.) *Quanto alla prima condizione della certezza morale, e probabilità somma essa dipende nel presente affare da due altre condizioni, cioè dalla sufficienza della caduta, e dalla qualità del terreno. Dopo questa proposizione si fanno diverse considerazioni sopra le acque chiare, e le torbide, sopra la quantità, e qualità della materia, che come essi dicono, sono accordate da tutti i Periti*. Io che non iscrivo per voglia di contradire le posso omettere, giacchè da esse niente poi se ne raccoglie, e ad altro non servono, che per dare al discorso un' aria di precisione, così che pare che in tutto si osservi un metodo geometrico, quando ne siamo bene lontani. Comunque sia la certezza, secondo gli Autori del Parere, e la probabilità somma, dipende dalla sufficienza della caduta, e dalla qualità del terreno. Per verità che si sono dimenticati di un' altra condizione sommamente necessaria, cioè del livello de' piani per li quali passa la linea. Concediamo per ora che dal punto della diversione fino allo sbocco in mare vi sia una sufficiente caduta, che il terreno non sia vallivo, e però d' ottima consistenza tanto per la escavazione, che per la costituzione degli argini. Se mai succedesse che i torrenti non vi avessero l' ingresso, e non ve l' avessero gli scoli, ecco che alla destra del nuovo fiume comincierebbe a ristagnare le acque, e a formarsi le valli, che essendo poi cagione, che mancasse la dovuta custodia degli argini, quali pericoli, anzi a quali sommersioni non rimarrebbe esposto un paese, che ora è fertile? Per lo che niun altro vantaggio si ricaverebbe da una spesa enorme per eseguire un progetto di una morale certezza, e di una somma probabilità, che il trasporto da un luogo ad un altro delle inondazioni. Non dubito io già che gli Autori del Parere non conoscano appieno la necessità di questo esame, ma ad essi giovava l' ometterlo parendo loro facile imporre coll' apparente ragione della maggiore caduta, la quale non potendo a meno di non essere tale nella linea superiore, ciò bastava per dare ad intendere a chi non sa, o non vuole riflettere che fosse ancor sufficiente. Mancomale che fra i progetti esaminati niuno fa la diversione di Reno dalla chiusa di Casalecchio, o da un punto più alto fra gli Appennini, che allora essendovi una caduta maggiore, ed essendo il terreno consistente, col proposto argomento sarebbe stata prescelta quella linea.

Nell' esame che si fa della linea del Primaro, si tratta in primo luogo di un punto importantissimo, qual è quello di stabilire, se le pendenze adoperate dai Bolognesi sieno sufficienti; onde conviene attentamente considerare le ragioni, per le quali gli Autori del Parere rigettano come insufficienti le predette pendenze. *Quantunque sia impossibile* (§. 3. num. 15.) *come abbiamo già osservato di sopra, il determinare con regola generale il bisogno preciso della pendenza; nulladimeno nel caso presente viene fissata dalli Periti, e Matematici della visita del 1693. di once $14\frac{3}{4}$ per ogni miglio. L'istesso stabilirono i Matematici de' Congressi di Faenza. Il celebre sig. Gabriello Manfredi assegna alla sua cadente secondo le varie circostanze dei siti once 14 per miglio, poscia $14\frac{1}{4}$, $14\frac{3}{4}$. Il chiarissimo padre Frisi propone la stessa pendenza nel suo progetto dato alla luce*. Ora senza entrare nelle ragioni di queste varie pendenze, ci serviremo della caduta la più vantaggiosa alla prima linea, cioè d' once 14 per miglio ragguagliatamente. Prima d' ogni altra cosa conviene avvertire, che quando si dice essere sommamente difficile il definire la misura della pendenza, si dee intendere, che essendo data la quantità dell' acqua, e la qualità della torbida, ed essendo proposto d' unire due torrenti in un solo alveo, non vi sia ancora alcuna regola certa di prevedere quale pendenza sia per richiedere la natura del nuovo fiume, e di questa difficoltà hanno parlato di sopra gli Autori del Parere; ma non si è parlato già della difficoltà di riconoscere col livello alla mano, qual pendenza si trovi attualmente in un fiume stabilito, poichè in quanto a questa ricerca, restano i Periti abbastanza soddisfatti delle osservazioni, e livellazioni, purchè sieno fatte con diligenza, e con ottimi strumenti. Ciò posto si faccia l' analisi del discorso, che abbiamo trascritto di sopra, e si vedrà esso contenere il seguente argomento. Quantunque sia difficile il prevedere, e definire quale pendenza sia per avere il recipiente dopo l' ingresso dell' influente, pure i Matematici della visita d' Adda, e Barberini hanno sopra esatte livellazioni, determinato che sia la pendenza di Reno solitario once $14\frac{3}{4}$, e l' hanno confermata i Matematici del congresso di Faenza. Da queste premesse non è possibile raccorre alcuna conseguenza. Che se si pretende di avvertire i partigiani del Primaro, che Reno solitario esige once $14\frac{3}{4}$ per ogni miglio, risponderemo che niuno ha contrastato al Reno, fino all' ingresso del primo influente la predetta pendenza. Aggiungono poi avere il Manfredi assegnato al Primaro una cadente d' once 14, $14\frac{1}{4}$, $14\frac{3}{4}$, e che questa viene confermata dal p. Frisi. Egli è vero che il sig. Manfredi si è servito della predetta cadente per impiegar tutta quella, che a lui somministrava la livellazione del 1757, ma non si troverà in alcun luogo del suo voto, ove dica essere questa la cadente necessaria a quel

fiume. Se l' errore della precedente livellazione fosse stato maggiore, avrebbe egli conceduto al Primaro una pendenza ancor maggiore per non introdurre una disputa, che era fuor di proposito; e allora gli Autori del Parere avrebbero indi dedotto un argomento più forte per provare l' insufficienza di quelle pendenze che sono state addottate dopo le osservazioni fatte nell' ultima visita. Per convincere i nostri Avversarj, che niente era meno a proposito in questo luogo dell' autorità del Manfredi, citeremo le sue stesse parole distese nel voto num. 58. *Al Primaro basterà una pendenza molto, ma molto minore d' once* 14 ½ *per miglio* = *num.* 68. *Le pendenze del fondo si credono grandemente eccedenti quelle, in cui la natura stabilirà il fondo, e la superficie di Primaro*. Queste espressioni mostrano chiaramente, che volle bensì il Manfredi impiegare tutta quella caduta, di cui credea essere provveduto il fiume, ma non quella che fosse necessaria all' esigenza delle acque. Il padre Frisi nel suo progetto stampato in Roma l' anno 1760. propone di prolungare il Cavo Benedettino attraverso le valli di Marmorta, fino alla Bastia, ma non determina in alcun luogo la misura della pendenza, e dice solamente per rispondere alle obbiezioni, *che se appena sarebbe bastante la pendenza per il lungo, e tortuoso tronco di Primaro, sarebbe sicuramente bastante in un canale rettilineo, e brevissimo*. Da questo discorso non può mai dedursi che il padre Frisi fosse di sentimento, che le acque unite dei nostri torrenti richiedessero una pendenza ragguagliata d' once 14. Se gli Autori del Parere desiderano sapere il sentimento del padre Frisi sulla pendenza, leggano il suo libro sopra il modo di regolare i fiumi, e vedranno ciò che egli stabilisce con sottili, ed ingegnose ricerche appoggiate alla ragione, ed alla esperienza. Ma ad essi non tornava a conto citar questo libro, ed hanno creduta così vantaggiosa al loro intento l' autorità di un tanto uomo, che vogliono farla valere anche in ciò, che egli non ha detto mai. Queste non sono ragioni mendicate ma vere, del che ciascuno può assicurarsi leggendo ciò, che hanno pubblicato i citati Autori. E quand' anche fosse vero, che Gabriello Manfredi promotore della linea di Primaro avesse creduto quello, che essi dicono, sarebbe per questo deciso, che le once 14 siano la necessaria pendenza? Non mancano Autori che la danno minore. Eustachio Manfredi (cap. 2. Risposta a' signori Ceva, e Moscatelli) si esprime parlando delle acque unite de' nostri torrenti, che vi vorrano almeno once 10, il quale se avesse creduto essere necessaria una pendenza d' once 14, non avrebbe combattuto contro gli Avversarj colle sole once 10, avendo per le mani un argomento più forte. Molte ragioni ponno addursi a favore d' una pendenza minore delle once 14; e per tacere gli argomenti, che ci hanno dati i fautori stessi della linea superiore, del che parleremo

a suo luogo, basta per ora riflettere, che abbiamo negl' atti della visita del 1693. una livellazione fatta in un tratto assai lungo di Reno sotto la Sammoggia, da cui risulta una pendenza d' once $13 \frac{1}{4}$ per miglio; che l' anno 1716. nella visita di Monsignor Riviera dalla Botta Ghislieri fino a Vigarano non si trovarono che once $12 \frac{3}{4}$ per miglio. L' una, e l' altra di queste pendenze dovendo poi sminuirsi pel concorso di nuove acque, mostrano quanto siamo lontani da una pendenza ragguagliata d' once 14. Hanno forse creduto i due Matematici che fosse agevole il convincere i seguaci del Primaro, allegando l' autorità di Gabriello Manfredi autore di detta linea. Ma che importa di convincere cotesti seguaci? Si tratta ora di persuadere con veri, e sodi argomenti que' personaggi indifferenti per qualunque progetto, e solamente zelanti del ben pubblico, provvidamente destinati ad ascoltare le nostre ragioni. E come potranno lusingarsi di persuadersi coll' autorità di un Idrostatico, che studiano in molti luoghi di screditare trattando per falsi, ed erronei i suoi principj?

Oltre l' insufficienza della caduta, si pretende che sia falso il principio addottato dal Manfredi che l' alveo di Primaro dallo sbocco fino al Santerno debba rimanere senza pendenza. Noi non crederemo di avere risposto a tutto ciò, che appartiene alle pendenze, se prima non avremo fatto vedere che anche in ciò niente si prova. Andremo ora raccogliendo le proposizioni principali, che riguardano questo punto. *Ricava il sig. Manfredi, che per determinare la linea del fondo degl' alvei ne' fiumi torbidi che sboccano in mare, non è necessario di prendere il principio della cadente dal fondo dello sbocco... Ne dee ascordarsi facilmente, che un fiume in una distanza considerabile dal mare, non abbia bisogno di qualche pendenza. È bensì vero, che alcuni alvei si osservano quasi orizzontali in qualche distanza dal mare.... È vero ancora, che per qualche combinazione difficile a spiegarsi, non si dispongono sempre gli alvei in una declività continuata, e diventano anche alcuna volta acclivi; ma che si possa fissare la pendenza dell' alveo da un punto molto distante dal mare, principalmente se le acque sono torbide, nel qual caso viene molto ritardata la velocità, questo è un principio falso, o almeno pericoloso in pratica.* Questo è ciò che si dice contro l' opinione del Manfredi. Io m' opporrei volontieri, ma non so come farlo, mentre i contradditori non apportano alcuna ragione, e solo si contentano di proferire con franchezza: *questo è un principio falso, o almeno pericoloso.* Il Manfredi fa le sue deduzioni per rapporto a ciò, che si osserva nel Po grande, nel Tevere, e nel Po di Primaro. I due Matematici senza addurre nè pure l' esempio di un solo fiume, che scorra con declivio fino allo sbocco in mare, negano che vi sia questa costanza nella natura. Se hanno qualche ragione, e non si credono in debito

di manifestarla al pubblico, neppure il pubblico sarà in debito di credere sulla loro parola. Avrebbero potuto leggere ciò, che sopra un tale argomento ha scritto il padre Frisi, e ciò che da altri è stato con Scritture presentatato alla visita, ma egli era più facile decidere senza impegnarsi a rispondere ad alcuna ragione. Sono però essi disposti a concedere che vi sia un tratto d'alveo sottoposto al pelo basso del mare, oltre a quello che richiede la profondità della foce, purchè non sia di una considerabile lunghezza. Con ciò si riserbano quella porzione, di cui essi credono avere bisogno, pronti poi a negare agl' altri quel di più che pretendessero. In fatti mostra il profilo della linea superiore, che non sono poi così nemici della teoria del Manfredi, come si crederebbe da alcuni discorsi che fanno, poichè in essa linea resta sotto il pelo basso del mare un tratto di 11 miglia. Questi modi di ragionare sono accomodati al proprio impegno, e non al buon senso, che solo dovrebbe servire di guida. Per comprendere ciò che si concede, e ciò che si nega dai due Matematici sarebbe necessario convenire, ciò che debba intendersi per distanza considerabile dallo sbocco in mare. Esaminandosi lo stato de' fiumi, giacchè è più facile intendere il linguaggio della natura, che quello de' matematici, non potrà dirsi considerabile una lunghezza di miglia ventuna nel Tevere, dacchè la natura ha disposto il fondo per tutto quel tratto sotto il pelo basso del mare. Per la stessa ragione non sarà considerabile nel Po di Lombardia una lunghezza di cinquanta miglia, dacchè le osservazioni dimostrano che il fondo in quella distanza uguaglia il livello basso del mare. Non sarà considerabile nel Hudson, fiume ragguardevole dell'America Settentrionale, quella maggiore lunghezza, che conviene concedergli per essere noto, che la marea si fa in esso sentire ad una distanza dallo sbocco di cencinquanta miglia. Non saranno considerabili neppure le centinaia di leghe, oltre le quali si fa sentire il flusso, e riflusso del mare nel Rio delle Amazoni; ma solo sarà considerabile, e da non ammettersi la distanza di sedici miglia in Primaro, allorquando vi corressero arginati tutti i torrenti del Bolognese, e della Romagna. Fino a che i due Matematici non avranno dimostrato quale rapporto, abbia il tratto d' alveo sottoposto al pelo basso del mare colla grandezza del fiume, non potranno mai asserire con fondamento se sia o non sia considerabile la distanza di 16 miglia nel Primaro, o quella di 11 miglia nella linea superiore. Nè qui si domandano ragioni evidenti; e in tanta scarsezza ci contenteremo di qualcuna, che fosse probabile da sostituire in luogo dell' assoluto pronunciamento: *Questo è principio falso, o almeno pericoloso*. Con questi raciocinj credono gli Autori del Parere di avere dimostrato impossibile il progetto del Primaro. Io direi, che avendo essi deciso senza addurre alcuna

ragione, l' hanno fatta da giudici, e non da periti; sebbene avrebbe un giudice pronunciata la sentenza senza trattenersi in discorsi, che per verità, come già si è veduto, nulla conchiudono.

Rimane da considerare l' altra opposizione, che si fa per cagione della qualità del terreno. *A tutte queste ragioni deve aggiungersi la cattiva qualità de' terreni, per i quali passa questa prima linea; li fondi intersecati dell' alveo, sono incapaci di robuste arginature, come fanno fede gli atti della visita (lettera D, i).* Certamente che proseguendosi il cavo con quella direzione, che da principio fu proposta dal padre Frisi colla riserva di correggerla, quando si avesse maggior contezza del paese, si troverebbe terreni fracidi, e incapaci di robuste arginature; ma quando si tenesse la traccia indicata da' nostri Periti (atti della visita fogl. 98.), allora si avrebbe un fondo sodo, e capace di sostenere gli argini. A chiunque abbia proposto nuove linee, è stato lecito di avanzarle, di ritirarle, e di piegarle a suo piacimento, per ischifare i fondi cattivi scoperti colle osservazioni fatte in visita; ma rispetto alla linea di Primaro, vogliono i Matematici nell' esame che fanno, litteralmente interpretare ciò, che fu detto da principio, per dare anche in questo prova della loro indifferenza, nè vogliono ascoltare quelle correzioni, che propongono i Bolognesi dopo le opportune notizie.

Si esamina (num. 14. 15.) la linea Bertaglia, e la linea Perelli. Qualunque sieno le ragioni addotte, per cui vengono rigettate queste linee, a me basta, che siamo d' accordo nel credere sì l' una, come l' altra incapace di recare quel vantaggio, che si desidera; onde passerò alla linea superiore, che più delle altre abbelliscono gli Autori del Parere, ed accarezzano, come quella che credono apportatrice della salute alle afflitte provincie.

È ammesso, (§. 3. num. 16.) *e approvato da tutti negli atti della visita, che la caduta nella linea superiore sia molto più vantaggiosa che nelle altre linee, e conseguentemente quanto a questo punto la detta linea merita di essere preferita a qualunque altra delle proposte. Ma ciò non basta per approvarla, se di più non viene provata la sufficienza.* Questo è un discorso alquanto artificioso, e sotto quel *più vantaggiosa* si contiene un equivoco, che conduce di nascosto a quella conseguenza che si vorrebbe, cioè che fosse da preferirsi la linea superiore, a qualunque altra linea. Ma di grazia che dobbiamo intendere per *caduta più vantaggiosa*? Forse che dal punto della diversione sino al mare vi sia un' altezza maggiore di quella, che hanno le altre linee? Di ciò siamo tutti abbastanza persuasi, e non vi era bisogno di una visita per dimostrarlo. Finchè le acque correranno all' ingiù, sarà sempre più alto il livello di un punto superiore in un fiume, che quello di un punto inferiore. Forse che

la linea sia più breve? Anche ciò era noto prima della visita. Quantunque sieno tutti gl' Idrostatici provveduti di queste notizie, non sono però disposti a concedere più vantaggiosa la caduta nella linea superiore attese le diverse circostanze del fiume, se prima non si dimostri, che questa caduta sia per essere sufficiente, e che manchi nelle altre linee. In questo senso egli è falso che abbia la visita dimostrato un tal vantaggio per la linea superiore. Imperocchè a che altro tendono le operazioni fatte in visita, se non a scoprire i livelli dei piani delle campagne, le pendenze dei torrenti, le condizioni delle materie negli alvei, le qualità dei terreni, ed altre cose di questa natura, che si riconoscono colle osservazioni, e cogli esperimenti. Questi dati però non bastano per istabilire la pendenza di un alveo, che sia destinato a raccogliere diversi torrenti, se prima non convengono gl' Idrostatici nel modo di calcolarle. Per la qual cosa potrà ben dirsi che la visita abbia somministrate molte condizioni, che possono servire a questa difficile ricerca, ma non già che abbia dimostrata la sufficienza di una pendenza, sopra cui non ha fatto nè potea fare alcun esperimento. Ciò è tanto vero, che gli Autori del Parere preparano sul bel principio alcuni dati tratti dagli atti della visita per dedurre da essi per via di conghietture le pendenze del nuovo alveo. Ci mostrano a quale pendenza si riduca il fondo della Sammoggia dopo l' ingresso del Lavino; e in oltre come scemi la pendenza di Reno dopo l' ingresso della Sammoggia, e quindi prendono regola per istabilire pendenze del nuovo fiume all' ingresso di ciascun influente. Questo modo di ragionare non è da disprezzarsi, perchè tien dietro alle tracce della natura, ma quando fossero le circostanze molto diverse, come sono nella linea superiore, e se ne raccogliessero le stesse conseguenze, allora il metodo diverrebbe un abuso della ragione. I Bolognesi hanno fatto prima di loro gli stessi calcoli con più cautela, e con minor fortuna, mentre le pendenze così dedotte si hanno per sospette, e per insufficienti, e solo si vogliono ammettere per doverose quelle pendenze, che il Manfredi avea per liberalità concedute.

Non debbo dissimulare, che gli Autori del Parere dopo di avere dichiarato l' ordine delle pendenze dedotte col calcolo, in qualunque modo poi sieno state dedotte, per istare sul sicuro, vi aggiungono liberalmente cinque, o sei once per miglio, e perchè non fanno lo stesso i promotori del Primaro, e delle altre linee, ci avvisano con ciò d' essere sul vantaggio a confronto degli altri, e di poter dare come sicure le loro pendenze. Non voglio ora contendere se con tutta l' aggiunta delle cinque, o sei once sieno sufficienti le pendenze per la linea superiore, mentre di ciò parleremo in appresso; voglio soltanto avvertirli, che se pretendono di far comparire come dono

le cinque, o sei once che aggiungono alle pendenze in ciascun tratto del fiume, saranno poi obbligati a disdirsi di ciò che hanno detto altre volte contro le pendenze proposte per la linea di Primaro. Dopo di avere essi assegnato al Reno solitario una pendenza d' once 24 per miglio, al Reno unito alla Sammoggia, fino a Savena una pendenza d' once 17. 8, da Savena all' Idice once 15, dall' Idice al Sillaro once 12, si esprimono nel seguente modo: *Si accrescano dunque* le dette pendenze nella linea superiore di 5, o 6 once per miglio, cioè la prima pendenza d' once 24 si riduca ad once 30, la seconda d' once 17. 8 ad once 24, la terza di once 15 ad once 20, la quarta d' once 12 ad once 17, e così sino a S. Alberto, al quale accrescimento di pendenza può facilmente soddisfare la linea superiore, onde nella detta linea non solamente si ha la sufficienza, ma anche l' abbondanza della caduta. Si tacciono le pendenze inferiori tanto sufficienti, che abbondanti dal Sillaro a S. Alberto, perchè non potrebbero fare con esse quella generosa comparsa, che fanno colle pendenze superiori, e darebbero tosto a conoscere, che riguardano come sufficiente una pendenza assai piccola, e molto minore di quella, ch' eglino medesimi hanno disapprovata. Esaminiamo ora quali sieno le pendenze abbondanti concedute alla parte inferiore della linea, mentre da essa potremo rilevare le pendenze sufficienti. Ricorrendo alle Scritture stampate contenenti il profilo della linea superiore, io trovo che le pendenze distribuite dal Reno fino al Sillaro combinano colle precedenti, salva una piccola differenza nel compartò, che si fa presso il Naviglio, onde raccolgo, che tra il Sillaro, e il Santerno sieno generosamente concedute once 15, e tra il Santerno, e S. Alberto once 10, e però se hanno accresciute queste pendenze d' once 5, o 6 per abbondare, come vantano, è segno che credono potere essere sufficiente per ogni miglio una pendenza tra il Sillaro, e il Santerno d' once 9, o 10, e tra il Santerno, e S. Alberto d' once 4, o 5. Bisogna dunque come ho detto da principio o rinunciare alla generosità, che affettano, o disdirsi di ciò, che hanno detto, che le pendenze dei Bolognesi sieno troppo piccole. Dovrebbero ricordarsi, che avendo approvate le cadenti del Manfredi, che assegna once 14 nel Primaro tra il Morgone, e il Santerno, hanno esclamato che a noi non conviene ridurle alle once 10, e 11 quando poi essi si fanno lecito di ridurle a minor misura, e di accrescerle di 5, o di 6 once solo, per abbondare. Hanno conosciuto che il far pompa in que' luoghi di molta cadente, gli avrebbe obbligati a condurre il fiume sopra terra, e ad escluder gli scoli dal recipiente, onde si fingono non quella cadente che corrisponda ai precedenti loro raziocinj, ma quella che convenga colla giacitura delle campagne. Se credono giusti i loro raziocinj, giacchè il fiume non bada ai piani

de' terreni, pe' quali passa, ma si forma quel declivio che esige il corpo d' acqua, dovrebbero confessare, che la linea proposta sia incapace di soddisfare al bisogno delle provincie.

Di un altro artificio si servono per ostentare l'abbondanza della loro caduta. Hanno detto che l'acqua torbida esige per comune consenso de' Matematici una pendenza ragguagliata d' once 14, o 15 per miglio, la quale mancando al Primaro, mostra l'insufficienza di quella linea. Lascio ora da parte che questo consenso non vi sia, e non possa esserci, essendo noto a tutti che le acque ancorchè torbide ponno scorrere con qualunque pendenza secondo le diverse circostanze del fiume. Cominciando essi la diversione da un punto più alto, donde il fiume scorre con molto declivio, la pendenza ragguagliata nasce, e deve riescire maggiore delle once 14, o 15; ma non per questo si può conchiudere che sia abbondante la pendenza in ciascuna parte della linea per qualunque distribuzione, che se ne faccia; imperocchè quale connessione può avere la velocità dell' acqua, che scorre dal Santerno a S. Alberto colla pendenza, che ha il Reno nelle parti superiori di once 30, la quale contribuisce molto a far sì che riesca la pendenza ragguagliata maggiore delle once 14, o 15. Dovrassi credere che la velocità acquistata ove il fiume pende once 30 si conservi sino a S. Alberto, quando tutti gl' Idrostatici convengono che un fiume stabilito, e lontano dalle ghiaie corra per l' altezza dell' acqua, che per la pendenza, la quale pare che principalmente serva a ristorare quella velocità, che si perde per le resistenze del fondo, e delle ripe. Se dunque il moto delle acque nelle parti inferiori del fiume, non ha relazione colla pendenza, che ha Reno presso l' unione colla Sammoggia, essendo piccola per noi nella linea di Primaro una pendenza d' once 9, o 10, molto più dovrà dirsi piccola nella linea superiore quella d' once 4, o 5, ove può temersi il concorso di materie più grosse. Diranno forse che essi in contraccambio suppongono, che la cadente incominci da un punto meno distante dalla foce. Comunque si sia, ciò riguarda un' altra quistione, di cui parleremo fra poco. Si tratta ora se sia lecito supporre una pendenza d' once 9, o 10, oppure d' once 4, o 5 in que' luoghi, ne' quali si crede che il fiume abbia bisogno di pendenza. Quando mai i nostri Avversarj volessero ostinarsi in questa vana pretensione di una pendenza ragguagliata di once 14, o 15, giacchè non vedo alcuna ragione, ed essi non la insegnano, per cui s' abbia piuttosto a cominciare da un punto, che da un altro, io prenderò nella linea del Primaro il principio del fiume dal ponte, che congiunge la via Flaminia, e troverò che da esso al mare vi è una pendenza ragguagliata di once 17 in 18 per miglio; ed ecco salvata la condizione di cui fanno tanto caso. Che se non rimangono soddisfatti,

perchè io prendo un principio in mezzo alle ghiaie, considerino che eglino pure vi scherzano troppo d'appresso, anzi vi si trovano immersi.

Merita d'essere esaminata qual sia l'opinione de' Promotori della linea superiore intorno alla giacitura dell'ultimo tronco dell'alveo di ciascun fiume verso lo sbocco in mare per decidere se torni a loro vantaggio il chiamar falsi i nostri principj. Nella linea superiore si prende il cominciare della cadente a S. Alberto, e nel Primaro allo sbocco del Santerno, poichè però la supposta profondità del fondo sotto il pelo basso del mare, non è la stessa nell'una, e nell'altra ipotesi, per non recar confusione con queste differenti misure, cercheremo a quale distanza entro l'alveo si propaghi nell'una, e nell'altra linea il pelo basso del mare. Nel Primaro come apparisce dal profilo, la detta distanza è di 16 miglia. Per riguardo alla linea superiore conviene riflettere che due sono le serie delle pendenze, una che chiamano delle pendenze abbondanti, e l'altra delle sufficienti, come si rileva dalle parole stesse degli Autori del Parere trascritte di sopra. Delle pendenze abbondanti si servono per descrivere il profilo, e per mettere in maggior sicurezza l'operazione. Le pendenze sufficienti comecchè debbano posporsi alle abbondanti in una operazione da eseguirsi, pure fanno vedere quale sia il sentimento di chi le ha proposte, cioè di crederle bastanti, e conformi alla esigenza del fiume. Si cerchi pertanto a quale distanza dallo sbocco si estenderebbe il pelo basso del mare, se l'alveo superiormente a S. Alberto si disponesse colle pendenze sufficienti. Poichè la cadente incomincia da un punto sottopposto al pelo basso del mare piedi 3, e la pendenza sufficiente del fondo si dà d'once 4 ½, egli è manifesto, che l'orizzontale del pelo basso incontrerà il fondo miglia 8. superiormente a S. Alberto, alle quali aggiungendo le miglia 7 ½ quanta è la distanza di S. Alberto dal mare, avremo una distanza di miglia 15 ½ dallo sbocco, che non differisce da quella di Primaro che di un mezzo miglio. Per questa piccola differenza mi permettino i Promotori della linea superiore di dir loro, che se sono falsi i nostri principj, sono falsi anche i loro che non so vedere come possano chiamar sufficienti quelle pendenze che sono dedotte da principj falsi, e con qual fondamento dieno per sicure le stesse pendenze accresciute di 5, o 6 once quando esse sieno dedotte da falsi principj.

Non parerebbemi di avere esaminato il Parere di due matematici, se non prendessi a considerare distintamente l'abbondanza, e la sufficienza della caduta, che è il punto principale della controversia; ma prima mi conviene stabilire alcuni principj, i quali comecchè sieno noti a tutti, e chiari per se stessi, non debbonsi omettere

da chi ne voglia far uso. Le ghiaie sono spinte dall'acqua giù per l'alveo de' fiumi. Queste si vanno diminuendo nelle parti inferiori finchè si arriva ad un termine, sotto cui non s'incontra più vestigio di ghiaie. Qual punto dell'alveo debba prendersi per termine della ghiaia, non è facile da stabilire, mentre non convengono tra loro quelli, che hanno fatto sul luogo le osservazioni, onde non è poi maraviglia se sieno discordi i Matematici nelle conseguenze, che raccolgono co' loro raziocinj. Non minore sarà l'incertezza se vorremo stabilire quale sia stato altre volte questo termine della ghiaia in ciascun fiume da ciò, che ci hanno lasciato scritto i Periti, e i Matematici di quei tempi. Comunque si sia, pare certamente, che detto termine non possa essere fisso, e costante, qualunque volta variassero le circostanze del fiume; imperocchè potrebbe essa ghiaia portarsi ad un termine più basso, o perchè il fiume divenisse più ricco, e abbondante di acqua, o perchè crescesse il pendio sotto il primiero termine della ghiaia. Niuno aspetterà, che io con un fatto dimostri, che l'aumento d'acqua vaglia per se sola a produrre un tale effetto. Niun esempio abbiamo di fiumi insieme uniti ove portano ghiaia, tuttavia dovrà valere la comune esperienza, la quale mostra, che dopo le piene straordinarie de' torrenti si veggono smossi sassi grossissimi, e trasportati più abbasso, che aveano per molto tempo resistito alle piene minori. Il declivio del fiume potrebbe crescere nella parte inferiore qualunque volta si abbreviasse la linea. Se io paragono lo stato di Reno qual era al tempo del Guglielmini, e quale essere dovea ne' primi anni dopo seguita la Rotta Panfilia, essendo noto per le livellazioni del 1693. che il fondo di Reno nel luogo della rotta restava più alto delle campagne 5, o 6 piedi, si può far conto che di altrettanto si abbassasse il fondo per cagione della Rotta; ed ecco come dal termine della ghiaia fino al detto luogo siasi allora accresciuta la pendenza. Ora sappiamo che il Reno per le osservazioni fatte nella visita del 1693. deponeva la ghiaia al Trebbo, o poco più abbasso, e al tempo dell'ultima visita, come abbiamo dal voto Perelli, e dagli atti della visita (fogl. M) se si è veduta nella vicinanza di Malacappa, cioè quattro miglia di sotto dal Trebbo, qualche piccolo mucchio sparso qua, e là nel fondo, e vicino alle ripe, onde può dirsi avanzato questo termine della ghiaia almeno di due, o tre miglia. Un effetto contrario deve seguire alzandosi il fondo dalla parte inferiore; non già che le ghiaie tornino indietro, ma perchè restino coperte dagli interrimenti, e manchi il declivio alle ghiaie superiori d'avanzarsi, onde non è poi maraviglia se restano nascoste a chi le cerca per non trovarle. Questo esame delle ghiaie essendo di grande importanza richiederebbe molte, e diverse osservazioni. Parmi ancora che s'accordi con ciò, che abbiamo

detto, l' osservazione fatta nella Quaderna, che al riferire del signor Perelli, e conforme agli atti della visita (fogl. E g) porta ghiaia un miglio, e tre quarti sotto il punto destinato per lo sbocco della linea Santini, quando al tempo della visita del 1693. si ha che essa Quaderna deponesse le ghiaie a un miglio e mezzo sotto lo sbocco della Gaiana, la quale differenza, che secondo la mappa del padre Santini è di un miglio e mezzo, pare che da altro non possa ripetersi che dall' alzamento del fondo inferiore. Viene tutto ciò confermato da quello, che leggesi nel predetto voto Perelli. La Centonara porta ghiaia fino ad un punto superiore 3o4 pertiche al ponte della Rondanina. È probabile che esssa prima di prolungare la linea la strascinasse di sotto il ponte, ritrovandosene sparsa in diversi siti sopra l' argine, e nella campagna in faccia al ponte ove successe una rotta. Voglio avvertire, o piuttosto proporre agli altri da considerare, se abbassandosi l' alveo inferiore, ed avanzandosi il termine della ghiaia, debba perciò abbassarsi il letto nelle parti superiori. Essendosi la ghiaia avanzata più oltre, è verosimile che i termini delle ghiaie più, e più grosse per qualche tratto del fiume si avanzino essi pure, lo che succedendo non ponno corrispondere ai medesimi luoghi le stesse pendenze del fiume, onde potrebbe in qualche sito avvenire, che abbassandosi il fiume inferiormente fosse tanta la pendenza, che richiedesse la ghiaia grossa avanzata, che in vece di abbassarsi si alzasse il fondo del fiume. Questa per avventura potrebbe essere la cagione, per cui trovasi che il fondo del Reno inferiormente al ponte della via Flaminia si è alzato, non ostante che siasi abbreviato il corso, mentre a' giorni nostri per difendere le campagne contigue in tempo delle maggiori escrescenze, è stato necessario formare arginelli fin quasi al ponte, i quali al tempo del Guglielmini terminassero al Trebbo. Propongo in oltre da considerare, se unendosi un fiume ad un altro, sia sempre vero che si diminuisca la pendenza del recipiente; imperocchè se le materie del fondo fossero di una differente natura, come se il recipiente corresse in arena, e l' influente portasse ghiaia, potrebbe succedere che più valesse la ghiaia a far crescere la pendenza, che il corpo d' acqua accresciuto per iscemarla. Queste intricate vicende si hanno a temere ne' fiumi, che corrono in ghiaia; e per lo contrario ove corrono in arena, o sottilissima sabbia, essendo la natura più semplice, pare ancor più facile lo scoprire le regole delle variazioni.

Ciò premesso, a me pare, che per decidere se il buon esito della linea superiore sia moralmente certo, e probabilissimo, fosse necessario prevedere almeno a un dipresso, ciò che debba avvenire, supposta la esecuzione di detta linea. Io veggo che accomodandosi il fondo di Reno alla cadente descritta nel profilo, si abbasserebbe esso a

Malacappa da 13 piedi, e il fondo della Sammoggia nel luogo della diversione da piedi 4. Ora se per un abbassamento di 5, o 6 piedi nel fondo di Reno alla Panfilia, cioè in distanza dal termine delle ghiaie di miglia 17 hanno potuto avanzarsi le ghiaie due, o tre miglia, quale sarà per essere l' avanzamento, allorchè s' abbassi il fondo piedi 13. nel luogo stesso ove giungono presentemente le ghiaie, o almeno vi giungevano prima che di nuovo si alzasse l' alveo per le deposizioni fatte dalle torbide presso la rotta? Quale sarà in oltre il destino della Sammoggia per l' acquisto che fà di una caduta maggiore di piedi 4? Cresce la difficoltà se in oltre considero che aumentandosi più di un terzo il corpo d' acqua nel fiume per l' ingresso della Sammoggia, saranno spinte le ghiaie più avanti, che non sarebbero dalle acque del solo Reno. Vi sarebbe egli da temere che si alzasse il fondo superiormente per acquistarsi quella caduta, di cui abbisogna, oppure vorremo noi che esso s' abbassi nelle parti inferiori? Se il primo, quale sarà il pregiudicio alle campagne adiacenti dovendo munirsi d' argini contro ad un fiume impetuoso, che corre fra sassi, e che sopra il punto della diversione, non più di 4 miglia corre in pendenza di 8 in 9 piedi per miglio? E se il secondo; vi sarebbe egli il pericolo che mancasse poi la caduta pel tratto del fiume che resta fino al mare? Si facciano a parte le stesse considerazioni sopra ciascun torrente, supponendo che esso entri nel recipiente già disposto in quella cadente, che a lui assegna il profilo. Il fondo di Savena resta più alto nel suo ingresso di piedi 18 incirca. Si vede la ghiaia in que' contorni, anzi si osserva dispersa per tutto il tratto fino alla rotta. Lo stesso Idice, a cui si accresce una caduta di piedi 18 potrà somministrare al nuovo alveo non poca quantità di ghiaia, di cui se ne abbiamo veduta qualche piccola porzione trasportata fin dentro al Cavo Benedettino, allorquando la chiusa fatta nell' Idice per sostenere il fondo superiore fu rovesciata da una piena, che non dovremmo aspettarci nelle presenti circostanze, in cui questo torrente resta intersecato miglia 6. incirca superiormente al detto cavo? Ne giova sperare alcun vantaggio dalla chiusa della Riccardina, che arresti il corso alle ghiaie, mentre sappiamo, che inferiormente ad essa se ne trova in tale abbondanza, che i contadini la vanno a prendere per distribuirla sulle pubbliche strade. Minore in vero sarà il pericolo per riguardo alla Centonara, alla Quaderna, ed al Sillaro, pure se questi torrenti si veggono sparsi di ghiaie, o nel luogo dell' intersecazione colla linea superiore, o poco lungi da esso, come apparisce dagli atti della visita (fogl. H. g.) cui sarà sempre da temere, che abbassandosi di alcuni piedi il fondo, non succeda poi quello, che ora da noi si teme. Almeno per decoro della linea superiore converrebbe addurre qualche ragione diretta a

persuadere che questo trasporto delle ghiaie non abbia a succedere.

So benissimo che i disordini considerati ad uno per uno nell' abbassamento di ciascun torrente non ponno aversi tutti in una volta, mentre se il Reno per la pendenza che esigerebbe in occasione di avanzarsi la ghiaia restasse col fondo più alto della cadente nel profilo, minor caduta si avrebbe negl' influenti di quella che abbiamo considerata; pure sembra necessario esaminare a parte, a parte gli effetti di ciascuna causa per conoscere poi se possibile sia, ciò che debba succedere quando concorrano tutte le cause insieme. Il fatto si è, che a niuno darà l' animo di stabilire nel caso nostro con qualche fondamento l' effetto di una causa sola, onde lascio pensare agli altri, se poste insieme tutte le cause operanti sia possibile neppure a un dipresso prevederne le conseguenze. Si lusingano alcuni di trar gran profitto dalle chiuse, che propongono di costruire nei torrenti prima che si uniscano col recipiente. Gli Autori del Parere, che avranno conosciuta vana questa lusinga non ne fanno parola, ed io in ciò m' accordo col loro sentimento: imperocchè vediamo che le chiuse non vagliono ad impedire il progresso delle ghiaie. Queste chiuse poi o si vogliono di pietra, e allora a quale eccesso non arriverà la spesa; o si vogliono di legni verdi, e allora tutta la felicità dell' opera sarà appoggiata alla conservazione di queste chiuse. Se mai o per difetto della custodia, e manutenzione di esse, o per il destino che hanno tutte le umane cose rovinasse la chiusa inferiore fra quelle, che attraversano lo stesso torrente, come potrebbero sostenersi le superiori, alle quali mancando di sotto l' appoggio del terreno cederebbero tosto, e si farebbe nell' alveo un abbassamento universale, per cui trasportata tutta la terra nel recipiente, verrebbe impedito il felice corso delle acque. Di ciò può servire d' esempio il Cavo Benedettino, che restò interrito per lo dirupamento dell' alveo dell' Idice, quando restò schiantata la chiusa, mentre trovando le acque nel Cavo un impedimento, che non valeano a superare, e contrastando cogl' argini non ben rassodati dovettero questi cedere, dopo che si rivolsero le acque ad altra parte, lasciando sempre maggiori interrimenti nel Cavo. Si rammenta spesso da' nostri contradicenti l' infelice esito di questo Cavo, e si rammenta più spesso che non converrebbe, ma ora si dimentica che sarebbe opportuno il ricordarsene. Che se mai succedesse un simile infortunio, quale pericolo non vi sarebbe che il fiume si aprisse un' altra strada, e accumulandosi poscia gl' interrimenti nella parte inferiore dell' alveo a lui preparato saremo da capo, se vorremo rimettere le cose nello stato primiero. Si prenderanno queste per esagerazioni, ma forse niuno s' impegnerà di provare con sode ragioni che sieno tali.

Questa cadente cotanto difficile da determinare, e da distribuire

secondo le circostanze del fiume, potrebbe per le ragioni addotte non corrispondere all' idea, che ne hanno fatto gli Autori, e niuno certamente può assicurare, che in vece di abbassarsi il fondo di Reno a Malacappa piedi 13, non si abbassasse che soli piedi 7, o 8, e che a Savena, e all' Idice in vece di piedi 18. si avesse un profondamento di soli piedi 12, o 13, dipendendo ciò dall' avanzamento delle ghiaie, e dall' introduzione, che di esse si facesse nell' alveo. Quale sarebbe in tal caso l' alzamento del fondo nella Sammoggia? Il Dossolo, e gli altri scoli non avrebbero più l' ingresso nel nuovo fiume, e sebbene il male non fosse senza rimedio, e coll' indirizzarli ad un punto più basso si trovasse per essi il recapito, conviene tuttavia riflettere a ciò che potrebbe succedere, e che niuno può prevedere, per disporre le provincie ad una operazione più grande, e ad una spesa maggiore. Tra Reno, e Idice converrebbe pure provvedere a molti scoli, che resterebbero inferiori al fondo del recipiente, e particolarmente i terreni fra Savena, e Idice perderebbero ogni scolo. Il Canale Naviglio rimarrebbe molti piedi più basso del fondo del nuovo fiume. Secondo queste situazioni sarebbe duopo construire una botte sotterranea, in vece di un Ponte Canale, come prescrive l' Autore del Profilo, oppure per colpire con sicurezza nel segno, dovrassi construire l' una, e l' altro per servirsi poi di quello, che sarà più adattato al bisogno? Si potrebbe in vero aspettare di vedere il fiume stabilito prima di avventurare una spesa non tanto piccola; ma il sospendere un tal lavoro sarebbe di un danno immenso alle provincie per mancanza del commercio. Costrutta poi che fosse la botte sotterranea, o il Ponte Canale dovrebbesi pure dar qualche recapito a queste acque, che spesse volte sono torbide. Conviene risolvere se meglio sia inondare una parte di que' terreni in prò de quali sarà stata eseguita la linea superiore; oppure se s' abbia a protrarre il canale per unirlo al Primaro non ostante il pregiudicio che resti in breve interrito l' alveo per mancanza di un corpo d' acqua sufficiente a spingere le materie fino allo sbocco in mare.

Quantunque sieno soliti gl' Idrostatici nel descrivere la cadente di un fiume incominciare dalla parte inferiore, ove si ha un punto fisso, che è il mare, non è però che la parte superiore massime quando vi sono le ghiaie, debba senza contrasto accomodarsi a quella linea, che secondi la parte inferiore supposta incapace di alterazione. Questo principio non avvertito, credo che abbia ingannati gli Autori della linea superiore. Quando si tratta d' inalveazioni di fiumi, che corrono lontani dalle ghiaie, succedendo un abbassamento di fondo, esso si protrae alle parti superiori, o per una linea parallela al fondo vecchio, o per una linea ad esso convergente, che ora non serve di stabilire, perchè succedendo o l' uno, o l' altro, non può

seguire alcun disordine in que' lavori che si fanno molto lungi dal termine delle ghiaie; onde la regola di cominciar la cadente dalla parte inferiore senza prendersi alcun pensiero della superiore, non può condurci in errore. Il nostro caso è ben differente. A noi prescrivono gli Autori delle linee superiori un alveo, che arriva fino alle ghiaie, e diciamo ancora se così piace, poco lungi dalle ghiaie; onde queste non potranno a meno di non sentire una forte, e possente chiamata per inoltrarsi fin dentro l'alveo nuovo, ove incontrando quel declivio, che a loro basta per avanzarsi, essendo spinte da un corpo di acque qual è quello di Reno unito alla Sammoggia, e alquanto più giù a Savena, e all'Idice, chi mi saprà dire fino a qual segno lascieranno tutta quella cadente, che ci hanno descritta nel Profilo. Certamente nell'andamento del fondo stabilito, non potrà esservi discontinuazione, e quando restasse il fondo all'ingresso di Savena, e Idice molto più alto della cadente del Profilo, continuandolo poi in modo, che a poco a poco si accostasse alla cadente ideata, a meno che non si finga un accostamento precipitoso, e contro il naturale, non vi è luogo a sperare che il Sillaro si abbassi piedi 10, come porta il profilo; ma sarà l'abbassamento minore, per esempio piedi 6, o 7, che io non saprei definire. Questo potrebbe facilmente succedere, e noi dobbiamo temerlo per le ragioni dette. Resterebbero allora senza recapito tutti gli scoli tra l'Idice, e il Sillaro. Il fondo del fiume in molti luoghi camminerebbe sopra terra. Che sarebbe poi delle comunità di Vedrana, della Fiorentina, di Budrio, e d'altre molte, che ora non serve di nominare, e che ciascuno può vedere sulla carta del paese? Se pensano di rimediare a questo grave disordine colla costruzione di botti sotterranee, giacchè non possiamo prevedere lo stato del fiume, dovremo aspettare che la natura ce lo mostri, e abbandonare intanto questi fertili terreni alle inondazioni? Domando in oltre quale sarà l'altezza degli argini sopra il piano delle campagne, quale il danno delle sorgive, quale il pericolo delle rotte? Le quali cose se provano nello stato presente la necessità di un provvedimento, avranno maggior forza di provare, che bisogna rigettar questo, per non comperare a caro prezzo la stessa, o piuttosto una maggiore rovina. Se vagliono queste ragioni a persuadere, che le pendenze abbondanti, come sono descritte nel profilo, non possono soddisfare, molto meno potrebbero soddisfar quelle, che chiamansi sufficienti, le quali se fossero tali, e dedotte da buoni principj, con tutte le avvertenze necessarie, dovrebbero essere conformi all'esigenza del fiume, giacchè la natura si serve nell'operare dei mezzi sufficienti, e non dei mezzi abbondanti. Vediamo pertanto se sia possibile, che si adattino quelle cadenti alle circostanze, in cui trovasi il fiume, e se abbiano meritato il nome

di sufficienti. Fingiamo escavato il fiume secondo l' ordine di queste pendenze. Il fondo di Reno nel punto della diversione a Malacappa, resterebbe inferiore al fondo presente piedi 28 incirca, e più ancora rispetto al fondo della Savena, e dell' Idice nei punti delle confluenze. Ora poichè si suppone escavato l' alveo su quella linea, egli è manifesto, che non solo le ghiaie, ma i grossi sassi vi cadrebbero a precipizio, non sapendo io immaginare alcuna forza che li trattenga nel luogo ove sono arrestati dalla poca pendenza del fondo inferiore. Dal Trebbo a Malacappa in una distanza di pertiche 2200 vi è una caduta di piedi 10, e fatta l'escavazione, come si è detto, diverrebbe di piedi 38, che sono in ragione di piedi 8 ½ per miglio. Non può dubitarsi, che al Trebbo non sia il fondo coperto di ghiaia, e di grossi sassi; non può dubitarsi che non si avanzino le ghiaie, tutto che la pendenza sia minore di piedi 8 ½ per miglio. Dunque egl' è chiaro, che quella cadente dovrebbe di molto alterarsi, la qual cosa per niun modo potrebbe avvenire, se la cadente fosse sufficiente. Io piuttosto la chiamerei immaginaria. L' altra poi che si forma coll' aggiunta di 5, o 6 once per allettare i troppo creduli, non so perchè debba chiamarsi abbondante; sarà forse un immaginario di un altro genere. Altro non potranno rispondere, se non che le pendenze sono state dedotte presso a poco per quelle circostanze in cui ora trovasi il fiume. Bene sta; ma egli è chiaro, che le circostanze saranno poi molto diverse, onde le pendenze rispettive a quelle circostanze che sono ora, non hanno che fare colla linea superiore, più di quello vi avessero le pendenze della Savena, e del Danubio.

Dal fin qui detto io conchiudo, che questo affare delle pendenze è stato trattato, non già colla scorta delle osservazioni, e sulla traccia della natura, ma sull' andamento dei terreni, pe' quali si vuole che passi la linea. Dopo descritto il Profilo dei terreni nell' andamento della linea, hanno dovuto ammettere che da S. Alberto al mare resti l'alveo con pochissima o niuna pendenza, che superiormente a S. Alberto si contenti il fiume d'once 10. per miglio, quantunque abbiano essi fatto più d' una volta dolorosi lamenti per la piccolezza delle nostre pendenze, e per la ipotesi da noi accettata, che resti inalterato il fondo, di Primaro in un tratto considerabile verso lo sbocco. Proseguendo essi poi colla linea verso le parti superiori, e incontrandosi in terreni alti hanno preso coraggio, e col far profusione della caduta che gli restava oltre a quella, di cui credeano abbisognare, hanno fatto dono del rimanente, rimproverando ai partitanti del Primaro la loro povertà. Considerino un poco meglio questi animosi le circostanze diverse del fiume, e vedranno che non sono così ricchi, e che noi non siamo così poveri come pensano. Facciano altre prove fingendo alterata la cadente ora in un modo, ora

in un altro per le molte cause, che concorrono a stabilirla, delle quali non possiamo conoscere precisamente gli effetti, e si accorgeranno quanto sia facile nell' incertezza in cui siamo, incontrare ostacoli tali, che rendano impossibile la esecuzione, o sommamente dannosa alle provincie. Riflettino seriamente lasciando da parte qualunque prevenzione, che del loro progetto non ne hanno dato che un semplice, nudo, e miserabile abbozzo. Resta da stabilire con qualche fondamento a quale segno arriverà il pelo basso del mare entro l'alveo, quale sarà la pendenza da quel punto verso la parte superiore, mentre noi non possiamo intendere la loro intenzione, pretendendo essi nel Primaro una pendenza d' once 14, quando poi nella linea superiore danno per abbondante una pendenza d'once 10, e maggiore del bisogno di 5, o 6 once. Se pensano che si adatti ad una linea ciò che ripugna nell' altra, diano almeno la ragione della differenza, e ci dimostrino che questa stia a loro vantaggio, mentre noi siamo nell' errore di credere tutto il contrario. Ci insegnino qualche regola per definire la pendenza ragguagliata che conviene ad un fiume, e se questa debba essere d' once 14, o 15 per qualunque fiume, e perchè ad ogni distanza dallo sbocco non può convenire la stessa ragguagliata pendenza, ci diano regole per conoscere cotesta distanza, a cui convengono le once 14, o 15. Ci dimostrino pure come data la pendenza ragguagliata, sia poi lecito distribuirla a capriccio, e sebbene riescisse in qualche luogo piccolissima, debba non pertanto il fiume accomodarvisi essendo provveduto di una sufficiente pendenza ragguagliata. La cadente che ci hanno descritta nel Profilo, e che essi chiamano abbondante, non può essere conforme alla esigenza del fiume; e molto meno la sufficiente, che come abbiamo veduto, non potrebbe mantenersi per la gran copia delle materie grosse spinte oltre, e dal recipiente, e dagl' influenti. Ogni divario fa temere gran sconcerti, onde prima di decidere a favore di una tale linea, si vorrebbe che alcuno ci dimostrasse la vera cadente, posta la quale sieno per equilibrarsi le forze dei torrenti, e del recipiente restando fissi i termini delle ghiaie. Dopo tutte queste ricerche pensino ancora di provvedere alla navigazione, che essendo di una importanza somma non conviene lusingare le provincie colla sola speranza, che sarà facile il ripiegarvi. Finchè non si porranno in chiaro queste proposizioni, combatteremo con varie parole, e nasconderemo il vero sotto gli equivoci, e sotto l' oscurità, che sono il rifugio delle persone ingegnose, che hanno il torto. Qual gloria sarebbe mai di vincere per ingegno una causa, e di rovinare con un progetto due provincie intiere?

Dopo tutte queste riflessioni mi par facile il decidere da qual parte stia la morale certezza, e la probabilità, e quale intrapresa sia

più conforme all' umana prudenza; o quella della linea superiore, o quella di Primaro. A buon conto là natura, che studiano gl' Idrostatici d'imitare quanto più possono, si mostra dichiarata a favore del Primaro. Ciò manifestamente si scorge; imperocchè supponiamo tolti questi ostacoli, che l' arte, e l' industria ha costrutti, e vedremo se le acque prenderanno il corso per una linea superiore, o per una linea, che poco si scosti da quella di Primaro. È vero che non bisogna abbandonare affatto il corso delle acque alla semplice loro inclinazione; ma è vero altresì che è precetto di tutti quelli che sanno, il secondarla, non violentarla. Nella linea di Primaro si tratta di unire torrenti, come naturalmente sogliono unirsi, cioè lontani dalle ghiaie, e dove portano materie omogenee; e se restasse qualche dubbio sulla sufficienza delle pendenze, potrà l' esempio d' altri fiumi dar qualche regola, e lume per maggior sicurezza dell' operazione. Per lo contrario colla linea superiore si raccolgono i torrenti ove sono sparsi di ghiaia, che che ne dicano in contrario i fautori di essa linea, e quand' anche le ghiaie non vi fossero presentemente, tale è la differenza d' altezza tra gli alvei degl' influenti intersecati, e l' alveo del recipiente, che vi giungerebbero allora per la pendenza accresciuta. Non si tratta di definire quale pendenza esigono i torrenti nelle circostanze in cui ora sono, ma in quelle che non conosciamo ancora. Quali saranno le corrosioni, le tortuosità, che dovranno seguire per le deposizioni delle materie, giacchè, come insegna il Guglielmini (Cap. IX. Prop. V. Nat. de' fium.) quando un influente porta ghiaia nel recipiente, oltre che il fondo dovrà elevarsi nelle parti superiori, sarà obbligato il recipiente a mutar direzione facendo l' influente ogni sforzo per allungare il suo corso. Si consideri ancora se più facile sia conservare la navigazione tra Bologna, e Ferrara nel progetto del Primaro, o in quello della linea superiore, e come meglio potranno mantenersi canali perenni sul territorio posto alla destra di Primaro ad uso di molini, e ad altri comodi tanto necessarj al sostentamento degl' abitatori. Ci promettono che ci penseranno poi, ed hanno ragione di non pensarci ora, mentre non sanno qual fosse per essere l'esito di una sì coraggiosa intrapresa. Si può ora ripetere ciò che in occasione della linea del Trebbo disse il Guglielmini, *che nell' eseguirla sarebbe un operare alla cieca, e che tale intrapresa non ha esempio, che possa dar norma*. Disse pure lo stesso Eustachio Manfredi nel suo compendio contro la linea Corradi, cioè *che la natura non ci somministra in alcun luogo un esempio che possa servirci di regola. Ella ci ha dimostrato colla direzione universale dei fiumi della Romagna verso il Po, che il Po, e non il mare ebbe ella in vista per lo ricovero de' medesimi*. Che diremo della spesa, la quale come abbiamo altrove accennato, rende l' impresa,

moralmente impossibile per rispetto alle forze di quelle provincie, che dovrebbero effettuarla? Almeno nel Primaro si potrebbe procedere con maggiori cautele, e non avventurare un' intiera operazione al pericolo d' essere inutile, oppure dannosa. Propone il Guglielmini in una scrittura inedita, che fu presentata all' Assunteria delle acque l' anno 1709, di valersi del Primaro, come della sola linea riuscibile fra quante erano state proposte alla destra di Reno. Che se nelle circostanze d' allora meritò la linea del Primaro la preferenza sopra le altre linee, con più forte ragione dovremo noi pure accordarla, e per gl' abbreviamenti proposti, e perchè Reno giunge ora in Primaro per una via più breve, onde si avrà bisogno di minore caduta. Consiglia pertanto il Guglielmini, d' introdurre prima il Lamone in Primaro per la stessa via, per cui vi entrava nel secolo scorso, e dappoi osservare se il fondo si abbassasse, e quanto, e similmente si diminuisse la maggior altezza dell' acque. Osservato il buon effetto, si dovrebbe procedere all' inalveazione degli altri fiumi a parte a parte, e ripetendo ad ogni nuova inalveazione le osservazioni suddette, se l' esperimento fosse sempre favorevole a quelle che restassero da farsi, si avrebbe un rimedio reale, e si correggerebbe in qualche parte l' errore commesso, in separare le acque de' nostri fiumi, da quelle del Po. Osservi ciascuno con quale riserva parli il primo Idrostatico, che abbia avuto l' Europa, e confronti il suo dire con quello de' nuovi progettisti, e poi decida se la confidenza di questi nasca, o da troppo coraggio, o da maggior cognizione.

Eustachio Zanotti.

DIFESA DEL CALCOLO

ESIBITO NELLA SCRITTURA CHE HA PER TITOLO

RIFLESSIONI SOPRA LA CAPACITÀ DEL CAVO BENEDETTINO CONTRO LA SCRITTURA DI RISPOSTA DEL P. LECCHI.

PREFAZIONE

Desidero che a tutti sia palese, come che sappia esserlo a molti, aver io colla precedente scrittura dichiarato il mio sentimento sulla capacità del Cavo Benedettino non per voglia, che avessi di accendere nuovi litigj, ma per ubbidire agl'ordini di Monsignor Commissario, e per compiacere alle premure stesse del padre Lecchi. Questa volta io scrivo per soddisfare a me stesso, e per giustificare la mia condotta, e rimuovere una calunnia cui forse darei a credere, se non ne facessi risentimento di avere meritata. E in vero, quale interpretazione può darsi alle parole del padre Lecchi, di cui potessi io essere contento. Egli dichiara di volere colla sua risposta *calmare quell'ondeggiamento, nel quale secondo le vecchie fazioni si vorrebbe veder naufragato il Cavo Benedettino vecchio, e nuovo; e pare anzi che si dolga d'essere chiamato all'esame per una via non più battuta da' contradittori del Primaro*. Per dissipare ogni ombra di colpa, che mi si volesse opporre, è duopo qui raccontare, e il farò brevemente, onde abbia avuto origine in questi ultimi tempi la controversia. L'anno scorso trovandosi in visita Monsignor Commissario, e un giorno passeggiando verso sera lungo il Cavo Benedettino in compagnia del sig. Mariscotti matematico sopraintendente delle acque Bolognesi, e del perito Bonacorsi, mosse quest'ultimo il dubbio sulla sufficienza della capacità di quel Cavo, protestando di non essere persuaso che fosse atto a contenere tutte le acque superiori. Tanto è lungi che il dubbio paresse strano, che il Matematico approvò quanto avea detto il Perito, indi rivolto a Monsignore merita, disse, il dubbio proposto un diligente, e maturo esame, ne sarei in grado di fare sigurtà a favore di questo Cavo. Non è da dubitare se il sentimento di due dotti, e sperimentati Professori impegnasse tosto l'ardente zelo di Monsignor Commissario trattandosi di un punto, da cui dovea principalmente aspettarsi il buon esito di

tutto il sistema. Non tardò egli a rendere consapevole il padre Lecchi di ciò, ch' era posto in questione raccomandandone a lui la disamina. Dopo qualche tempo, avendo la S. Congregazione ricevuti alcuni fogli del padre Lecchi, con alcune nuove proposizioni sopra i lavori da farsi, i quali non erano del tutto conformi a ciò, che era stato prescritto nel Voto, ordinò che il padre Lecchi stendesse un piano di tutte le operazioni, e per maggior cautela nelle risoluzioni da prendersi, ingiunse a Monsignore di sentire il parere d' altri Matematici. Allora fu che il padre Lecchi compose le sue memorie, delle quali la terza altro non contiene, che gli argomenti, co' quali vorrebbe dimostrare la capacità sufficiente del Cavo. Compite le Memorie il sig. Mariscotti, ed io fummo da Monsignore deputati all' esame richiesto dalla S. Congregazione, avendo il padre Lecchi promosso non che approvata tale deputazione. E seguiti da noi gli ordini supremi con quella diligenza, e sincerità che ad uomini onesti conviene, ebbi io la disgrazia di opinare diversamente dal padre Lecchi, intanto che il sig. Mariscotti dichiarava di rimanere dubbioso, e incerto. Ecco il delitto, per cui taluno s' immagina di avere in me scoperto il reo disegno di rinovare *le antiche fazioni*, ed ecco *la via non più battuta da' Contradditori del Primaro*. Che più? si vorrebbe far credere la questione *affatto nuova, ed omessa da' signori Matematici Ferraresi .... e riserbata la scoperta del nuovo problema all' ingegno d' altro scrittore*. A dir vero, non mi sarei aspettato d' incontrarmi con uno Oppositore così risoluto, il quale si arrischiasse di asserire con tanta franchezza una falsità così manifesta. Sono piene le passate scritture del timore, o più tosto della persuasione, in cui erano i Ferraresi, che il Cavo fosse troppo ristretto. Il Bertaglia (Esame del Voto Cap. V. e IX. Par. I.) spesso accusa la soverchia angustia del Primaro stabilita dal Manfredi di pertiche 20, oppure 25. Che se egli giudicava troppo ristretto il Primaro colà dove altre acque non potrà mai ricevere, che quelle del Cavo, dovrà lo stesso giudicio appartenere egualmente al Cavo Benedettino. Senza però che bisogno vi sia di questa induzione, che avrebbe potuto sfuggire di sotto gli occhi del mio Oppositore, abbiamo altri passi, che apertamente dichiarono, e mettono fuor d' ogni questione, qual fosse il parere del Matematico Ferrarese. *Il Cavo Benedettino* (Cap. IX. Part. I.) *non sarà di gran lunga di quella larghezza, che alle acque di Reno incassate oltre quelle della Savena, e degli altri torrentelli, e scoli, che in esso si vuotano sia accomodata. E in altro luogo* (Cap. V. Part. II.) *Quando il Reno si avrà fatta la strada di entrare in Primaro incassato, converrà, rifare di pianta le arginature così del Benedettino come del Primaro, trasportandole indietro per dare al corpo dell' acque quella larghezza*

che gli è dovuta, e che non ha di gran lunga il Primaro, nè il Cavo. Dopo queste testimonianze, come potrà il padre Lecchi sostenere, che la questione sia affatto nuova? Io non tanto mi meraviglio di lui, che ignori la Storia delle nostre controversie, che più non mi sorprenda, la ignorano quelli, che a lui stanno d'intorno, e lo consigliano, e lo diriggono, de' quali alcuni dovrebbero almeno ricordarsi di avere essi avuta gran parte nelle risoluzioni fatali al Cavo Benedettino, onde essere più cauti in avvenire per non sagrificare il pubblico bene all' impegno di sostenere gli antichi loro pregiudicj. I fatti si rendono a tutti palesi, pure non tutti giudicano ad un modo, prevalendo sempre alla ragione l'affetto per quel partito, che una volta si è preso. A me basta d'essere giustificato presso chi giudica dirittamente. Del resto poi io non curo nè i rimproveri, nè i clamori popolari, come non curo il disprezzo, con cui sono trattato nella Risposta del padre Lecchi, a cui anzi mi dichiaro debitore di quella libertà, che ho poi usata scrivendo quest' apologia, e che riesce assai comoda a chiunque abbia occasione di contradire, massimamente se accade ciò, che a me spesso è accaduto, di dover dimostrare che una conseguenza sia malamente dedotta, che un fatto allegato sia falso, le quali espressioni paiono per se stesse incivili, e poco meno che ingiuriose, oppure non si potrebbono omettere senza far torto al vero, e senza pregiudicare al merito della Causa. Il prudente lettore dovrà attenersi alla forza delle ragioni, dalle quali unicamente deve dipendere la decisione della controversia.

CAPO I.

In cui si dimostra la verità del principio assunto, che un fiume recipiente si vada dilatando col ricevere i fiumi tributarj.

Sarò alquanto prolisso nel trattare l'apologia del mio calcolo sulla capacità del Cavo Benedettino, del che però mi scusa abbastanza l'importanza dell' argomento, e l'obbligo di rispondere alle opposizioni di uno scrittore, che di gran lunga non istudia la brevità. Incomincia il padre Lecchi dichiarando (Prop. I. Par. I.) una sua meraviglia, *come mai ad uno scrittore, ch' egli venera, ed' ama sia sfuggito dalla penna, che tutti convengono in questa massima, che debba col tempo allargarsi qualunque alveo, che riceva nuovo influente*; e aggiunge poscia che tutti convengono nella massima contraria.

Chi ha letto la mia scrittura (Riflessioni ec.) non ha bisogno di maggiore schiarimento, e intenderà senz' altro comento che io parlo di un alveo di una capacità proporzionata al corpo d'acqua, che

entro vi scorre, la quale capacità secondo il sentimento comune, dovrà poi dilatarsi per l'aggiunta di nuove acque. Il padre Lecchi non la intende così, e supponendo un alveo più spazioso che non richiede il bisogno, si prende l'incomodo di provare, che possa ricevere un influente senza punto dilatarsi. Di una mia proposizione particolare, ne ha fatto una proposizione generale. Ciò che ho detto di un alveo proporzionato alle acque che porta, e di una sezione viva, lo traduce a qualunque sezione fosse pur anche maggiore del doppio; o del triplo di quella misura, che può convenire al fiume. Per cotale sezione non apparisce certamente alcuna necessità di dilatarsi, come apparisce per l'altra. Dia chi vuole un' occhiata alle prime pagine della mia scrittura, e vedrà che ho parlato nella supposizione che sia l'alveo proporzionato alle acque del fiume; e che ora non muto linguaggio, perchè altro schermo non trovo, che mi scampi dagl' argomenti dell' Oppositore. Lascio poi ad altri decidere se questo sia il metodo da tenersi per conoscere il vero in una controversia, e per fare scelta del buono in un affare di tanto rilievo. Che questo sia stato l'artificio del mio Oppositore il dimostrano le testimonianze da lui addotte di diversi autori, le quali per niun modo si oppongono al sentimento mio; avendo essi ne' luoghi citati parlato di un alveo, di una soprabbondante larghezza. Ciò non ostante ha potuto il mio Oppositore abbellire con molte testimonianze la sua scrittura, e imporre a quelle, che senza esaminare il giusto senso delle parole si lasciano sorprendere dal celebre nome degli autori.

Cita in primo luogo Gabriello Manfredi (Sudetta scrit. del Bertaglia §. 25.) *Noi vediamo frequentissimamente fiumi minori sboccare in altro maggiore, senza che il recipiente.... siasi allargato.... avendo la natura altri mezzi di far passare per un istesso, istessissimo, ed anche per un alveo più stretto maggior quantità d' acqua (finchè l' aumento non arrivi ad una mole molto grande) senza accrescere neppure di un pelo la larghezza. I mezzi de' quali la natura spesse volte si serve, sono fra gli altri l' escavare qualche poco il fondo, il facilitare qualche poco la superficie, il rendere qualche poco più vive le parti laterali del fiume, se ve n' erano di quelle, che fossero più inerti, e non operanti al discarico delle acque, e sopra tutti gli altri l' alzar quanto basta la superficie*. Vediamo come faccia contro di me questa dottrina. Dice il Manfredi una mole molto grande; onde per far valere questa citazione conviene definire se un mezzo Reno, che al Reno si aggiunga sia una mole d' acqua piccola, o grande. I mezzi de' quali la natura si serve indicati dal Manfredi, rispetto alle *parti più inerti, e non operanti*, abbastanza dimostrano che la sezione del fiume non dee riguardarsi come viva, che se

fosse tale, e fosse proporzionata al corpo d'acqua fluente, sarebbe necessario che seguisse, come egli avverte, qualche alzamento di superficie, per cui come insegna in più luoghi il Guglielmini, verrebbe tolto l'equilibrio tra la forza dell'acqua, e la resistenza del fondo, e delle ripe, ed obbligato l'alveo non solo a profondarsi, ma ancora a dilatarsi. A questo modo la intese pure Eustachio Manfredi parlando del Po di Venezia rispetto allo stato, in cui era l'anno 1577, le cui acque andavano crescendo a proporzione che interravasi l'alveo di Primaro (Raccolta presente Tom. V.) *Il Po dovette alzarsi finchè non fu debitamente* escavato, e allargato a misura del corpo d'acqua, che in esso si andava aumentando.

Cita in secondo luogo il Castelli, il quale racconta (Tom. III. presente raccol.) di avere osservato che quando aprivasi, e quando chiudevasi la chiavica di Burana, non si vedea alterazione sensibile nel pelo delle acque di Panaro, non alzamento di superficie, non dilatazione maggiore; e quindi ne deduce, che il medesimo debba succedere nel Po grande, quando vi fosse introdotto Reno. Potrei io qui contrapporre aver detto lo stesso Castelli (tomo suddetto di questa raccolta.) *La verità è, che mettendosi Reno nel Po, farebbe sempre alzamento alle volte maggiore, e alle volte minore, secondo che troverà, o con maggiore, o con minore corrente il Po*. Potrei contrapporre, che il Castelli non ebbe difficoltà di accordare un'alterazione del pelo del Po per l'aggiunta di Reno di once $4\frac{3}{5}$, come risulta da' suoi calcoli; pure io voglio ora lasciar da parte i calcoli, e le teorie, che il padre Lecchi disprezza quando non sono a lui favorevoli, e solamente domando se sia lecito inferire, posto ancora che fosse insensibile l'alzamento in Panaro per lo scolo di Burana, e per Reno in Po trenta volte maggiore di Reno, che debba poi rendersi egualmente insensibile in Reno, a cui si aggiunga con mezzo Reno. Che più? soggiunse il padre Lecchi, *afferma il Castelli, che il Panaro anzi che gofiare il Po, l'ha piuttosto renduto magro, perch'egli è andato rodendo molti renaj, e molte isolette createsi nel suo letto per mancamento di acque sufficienti a portar la materia delle piene in tanta latitudine*. Mostrano pure *i renaj, e le isolette* che le sezioni non erano vive, e il disfacimento loro dinota pure accrescimento nella capacità della sezione, il quale accrescimento se era necessario al maggior corpo d'acqua, in mancanza de' renaj, e delle isolette, avrebbe supplito la corrosione del fondo, e delle ripe colla dilatazione dell'alveo. Ove saranno questi renaj, e queste isolette nel Cavo Benedettino? Gioverà forse lasciarli nel rassettarlo, e intanto rendere impedita una sezione per se stessa troppo angusta?

Cita in terzo luogo il Guglielmini (Nat. de' fiumi. Cap. VIII.) *Sono gli alvei dei fiumi quasi sempre più larghi di quello, che richiede*

il bisogno delle acque che portano. Ho detto io pure lo stesso (Riflessioni ec. §. 1.) e l' ho ripetuto (§. 4.) Segue il Guglielmini. *E però molte volte sopportano, che loro sia ristretto l' alveo considerabilmente senza veruna alterazione del loro pelo; il che non accaderebbe se le sezioni fossero vive*. Con qual coraggio può il padre Lecchi oppormi queste parole del Guglielmini, delle quali io posso con tutta ragione valermi contro di lui; imperocchè essendo gli alvei quasi sempre maggiori del bisogno, non dobbiamo maravigliarci se un qualche fiume siasi introdotto in un recipiente, senza che siasi veduta una manifesta, e generale dilatazione. Molte cause, come ho detto nella precedente scrittura, possono concorrere a dilatare più del dovere una sezione, che fosse proporzionata alle acque del fiume, e non essendo i mezzi de' quali si serve la natura per restringerla egualmente pronti, ne segue che ogni alveo, parlando in termini generali, debba essere più largo del dovere. Questa dottrina non può applicarsi al caso nostro. Si tratta di un cavo fatto non dalla natura, ma dall' opera degli uomini, che appena eseguito restò privo della maggior parte di quelle acque, che erano a lui destinate, e che non ha mai ricevuto tutto intiero il corpo d' acqua di Reno, che col tempo dovrà poi ricevere, quando saranno interrite le valli superiori. Ciò posto qual connessione, o qual rapporto può mai avere il nostro cavo cogli alvei de' fiumi stabiliti di corso, onde sia poi lecito il conchiudere, che essendo questi generalmente più larghi del bisogno a cagione delle vicende, alle quali tutti i fiumi sono soggetti, debba anche il cavo escavato per opera degli uomini godere delle stesse prerogative? Non valendo il confronto de' fiumi a provare una soverchia larghezza nel cavo, egli è un supporre ciò che è in questione, se si pretende che per la soverchia sua grandezza possa ricevere la Savena, e l' Idice senza punto dilatarsi. Si notino in oltre le parole del Guglielmini, il che non accaderebbe se le sezioni fossero vive; e ciò vuol dire, che come non può restringersi un alveo, le cui sezioni fossero vive, così non potrebbe aumentarsi il corpo d' acqua senza che succedesse qualche dilatazione nell' alveo. Lo stesso dovrà dirsi del Cavo Benedettino, la cui capacità essendo assai scarsa rispetto al Reno solitario, dovrà dilatarsi dopo il concorso della Savena, e dell' Idice. E quando mai si concedesse, ciò che non può concedersi, che la capacità del cavo fosse sufficiente, e proporzionata alle acque non solo di Reno, ma di Reno unito alla Savena, a all' Idice, sarebbe non pertanto da temersi una corrosione presso che generale negl' argini, dacchè per legge della natura *gli alvei dei fiumi sono più larghi, di quello che richiede il bisogno delle acque che portano*. Da tutto questo discorso se ne inferisce una conseguenza affatto contraria all' intenzione del mio Oppositore, essendo

manifesto, che per l'avviso datoci dal Guglielmini, conviene nello stabilire la capacità di un alveo da costruirsi abbondare, e non scarseggiare nelle misure.

Mi rimane a rispondere a due altre opposizioni, nelle quali comparisce in iscena l' ab. Grandi, secondo cui può succedere, che un fiume influente non accresca l' altezza dell' acqua nel recipiente, e che talvolta la scemi per cagione della velocità accresciuta. Questo caso, che da molti celebri Autori viene riguardato puramente come metafisico, non potrebbe servire di regola, se prima non si dimostrasse con qualche probabile ragione, che dopo l' ingresso della Savena, e dell' Idice, fosse per crescere nel recipiente la velocità quanto abbisogna a produrre un tale effetto. In riguardo poi all' osservazione del Po delle Fornaci, il quale mantiene presso a poco la stessa larghezza dopo la diramazione del Po d' Ariano, oltre che il fatto niente prova per un dubbio assai ragionevole, che la sezione fosse più larga del bisogno, conviene ancora avvertire, che la vicinanza dello sbocco in mare rispetto al Po mette i fiumi in circostanze talmente diverse, che non si può dagl' effetti dell' uno argomentare ciò, che sia per succedere nell' altro.

Altre prove si danno dall' Oppositore (Prop. 3. Par. II.) che egli riguarda come dedotte dai fatti della natura, alle quali parmi questo il luogo di rispondere. Per dimostrare che al maggior corpo d' acqua prevale l' aumento della velocità, e della profondità ad esclusione dell' aumento della larghezza, adduce un' osservazione di Eustachio Manfredi. *Si vede* (Infor. sopra le osser. del Po ec. §. 80.) *che il Po sopra lo sbocco di un influente, gonfia alquanto indi poco sotto alla sezione dello sbocco, in vece di alzarsi visibilmente, si abbassa, e di nuovo si rimette ad altezza eguale o maggiore di prima*. Il Manfredi non dice ad altezza minore, del che non può essere pienamente contento il padre Lecchi, Quest' osservazione non è comprovata con attuali misure. Racconta il Manfredi ciò, che gli è accaduto di vedere, e di conoscere alla semplice vista; pur non ostante io voglio concedere, che debba molto valutarsi una semplice osservazione oculare di un sì valente, ed esperto Idrostatico; e intanto avrei piacere che alcuno mi dicesse, non essendovi esperienze, che mostrino essere il fatto costante per tutti gl' influenti, come avverte l' abate Grandi (Nota XIV. alla Memoria in favore de' Bolognesi) quale sia per essere l' evento del Cavo Benedettino dopo l' ingresso della Savena, e dell' Idice, cioè se l' altezza dell' acqua si farà eguale, o maggiore. Vorrei inoltre sapere, se le vicende che succedono presso lo sbocco dieno regola per tutto il corso inferiore del fiume, sicchè per tutto dopo l' ingresso dell' influente, debba poi mantenersi la stess' altezza d' acqua. Se alcuno vi fosse che desiderasse sopra di

ciò qualche notizia più accertata, abbiamo il modo di soddisfarlo. In occasione delle piene del Panaro sopraggiunte in tempo che il Po era pieno, si è osservato a Lagoscuro, cioè in distanza dallo sbocco di miglia 12 un alzamento d'once 6 in circa, come asseriscono i testimonj pratici esaminati giuridicamente nella visita Boromea (Sommario N.° 9.) onde apparisce, che le vicende, e gli ondeggiamenti osservati presso lo sbocco, vanno a terminare coll' alzamento del pelo corrente.

Soggiunge il padre Lecchi, *ma quanto al dilatamento già il fatto dimostra, che il Panaro non avea sensibilmente allargato l' alveo del Po*. Dove ha egli trovato questi fatti? Dopo le molte, e diligenti osservazioni eseguite nella visita del 1719, 1720, Eustachio Manfredi si esprime a questo modo (Informaz. ec. §. 12.) *Non si nega però da noi quell' allargamento artificiale che nasce dal ritiramento, che si fa degli argini per difendersi dalle corrosioni; e se si parla in questo senso, si crede che l' allargamento seguito prevaglia al restringimento . . . . Ma parlandosi delle mutazioni naturali, stimiamo molto verisimile, che da molto tempo in qua il Po non sia universalmente allargato, nè universalmente ristretto, ma si mantenga in un medesimo stato*. Il Manfredi non porta alcun fatto comprovato con attuali misure, ed anzi ha detto precedentemente, *che si richederebbe un' infinità d' osservazioni . . . . ad effetto di dare un giudicio ben fondato*. Altro non fa egli che dichiarare la sua opinione in riguardo alle mutazioni naturali succedute *da molto tempo in qua*, essendo già persuaso, che in riguardo alla distanza degl' argini, l' allargamento seguito nel Po prevalesse al restringimento. Vedremo in altro luogo qual fosse pur questo allargamento del Po, il sentimento del Guglielmini, il quale non discorda punto da ciò, che leggesi nel voto Riviera (§. 62.) *A proporzione delle nuove acque che si sono andate introducendo, il ramo di Venezia, si è profondato, ed allargato*. Lo stesso era stato detto dal Cassini dopo la visita Boromea (Raccol. presente Tom. IX.) *È nota l' ampiezza maggiore, che va continuamente acquistando colla corrosione delle ripe, e della profondità maggiore, che in qualunque altra visita si sia mai trovata il Po ec.*

Veniamo al paragrafo, che incomincia. *Il mio dotto Oppositore pare che non ammetta cotesto principio, dimostrato dal dottissimo, e sperimentatissimo sig. Manfredi*, cioè che nel congiungimento di più influenti in un alveo, *prevaglia al maggior corpo d' acqua l' aumento della velocità, e della profondità*. Questa dimostrazione del Manfredi non so in qual parte del mondo si ritrovi; e certamente dai passi precedenti non si raccoglie ciò che vorrebbe il padre Lecchi, farsi per l' aumento della velocità nel recipiente, la sezione minore

dopo il congiungimento di più influenti. Che se per prevalenza della velocità, intenderemo che la sezione nel recipiente dopo la confluenza non cresca con quella proporzione, con cui cresce il corpo d' acqua per l' aumento che riceve la velocità, non vi è contrasto sopra di ciò, e dopo aver io accettata ne' miei calcoli la scala parabolica, è assai manifesto essere io persuaso di questa verità; e parimente, se per prevalenza della profondità intende il padre Lecchi, che s' alzi bensì il pelo d' acqua sopra il fondo, ma che poi debba col tempo abbassarsi il fondo più che non s' alza il pelo della piena, anche in ciò non sarò mai per contradirlo, e non credo nè manco d' aver io detto mai cosa alcuna, che dia occasione al padre Lecchi, di farmene un rimprovero. Dichiara in fine, che non ammette qualsiasi opinione scolastica. Disaprova le opinioni moderne, che si trattano nelle scuole per esercizio de' giovanetti; e protesta di non accettare l' opinione del Gennetè. Il bello si è che il Gennetè ammette un principio assai più moderato, perchè sebbene supponga che l' acqua non s' alzi sensibilmente in un canale per una quantità d' acqua eguale, che vi s' aggiunga, non ha però detto mai che s' abbassi il pelo, e che perciò si ristringa la sezione, come risulta dal calcolo del padre Lecchi nella sua terza memoria per l' unione di Savena col Reno. Nel fine del paragrafo dice, che il Castelli, il Guglielmini, il Grandi, il Manfredi hanno prima del Gennetè stabilito per massima certa, che prevaglia al maggior corpo d' acqua l' aumento della velocità, onde parrebbe che questa semplicemente fosse l' opinione del Gennetè, e fosse prima insegnata da' prelaudati maestri; e pure ha detto da principio non essere l' opinione del Gennetè approvata dal consenso degl' Idrostatici. Se l' hanno approvata i predetti maestri, che si ha mai a pretendere di più? Il fatto si è, che i predetti maestri, e il Gennetè non parlano tutti ad un modo. E come mai si può tener dietro ad una Scrittura, che dice, e poi si contradice; che da una proposizione particolare, ne deduce una generale; a cui fanno giuoco i doppj sensi delle parole, e si perde a provare, ciò che non è in questione per far pompa di belle dimostrazioni.

Non mancano al mio Oppositore osservazioni favorevoli, al restringimento delle sezioni dopo l' ingresso di qualche influente; e per raccogliere tutte quelle ch' egli dà separate in più paragrafi, si restringe, dice egli, la sezione nel Po dopo di avere ricevuto il Ticino, l' Adda dopo il Brembo, la Sammoggia dopo il Lavino, il Reno dopo la Sammoggia, la Quaderna dopo la Gaiana. Nota in oltre, che i fiumi presso la loro origine, cioè fra' monti sono incomparabilmente più larghi, che nelle pianure, del che niuno può maravigliarsi, a cui sia noto, che i fiumi correndo in ghiaia, non hanno alveo proporzionato alla portata delle acque loro, e serpeggiando or qua, or

là, non concedono alle ripe una giusta, e conveniente distanza. Sopra ciò si espresse il Guglielmini nel seguente modo (Raccolta presente Tom. I.) *I torrenti vicino alli monti non vogliono limiti alle loro larghezze .... e benchè molte volte abbiano ampiezza d'alveo soprabbondante al bisogno, nulladimeno corrodono le ripe de' campi, e dentro quelli si trovano letto*. Guai a noi, soggiunge il padre Lecchi, se fosse vera la massima che si dilatasse l'alveo del recipiente per qualunque influente. *Noi avressimo i fiumi tutti di una sterminata grandezza*. Al che risopndo, che sarebbe sterminata la grandezza, se la sezione del recipiente dopo la confluenza divenisse eguale alla somma delle sezioni de' fiumi confluenti. Ho detto che l'alveo si vada dilatando con quella proporzione, che esige l'aumento delle acque, ed insieme delle velocità. Ciò posto, i fiumi non potrebbero essere nè più, nè meno di quello che sono. Volendo il Barattieri (Raccol. 1682. pag. 146.) stabilire la proporzione tra la portata del Po, e quella di Reno, e paragonando l'estensione di tutto il paese che scola nel Po, coll'estensione del paese che scola nel Reno, stabilì detta proporzione di 38, ad 1; onde suppose il Po trentaotto volte maggiore del Reno. Non è grande il divario se facciasi il calcolo sulle misure delle sezioni dell'uno, e dell'altro, applicando alle altezze la scala delle velocità o triangolare, o parabolica. Con questo metodo la proporzione risulta, e risultar dee alquanto minore per essere caso assai raro, e forse non mai avvenuto, che nello stesso tempo tutti i fiumi tributarj in piena entrino in Po, il qual supposto s'include nel metodo del Barattieri. Non è dunque cosa da aspettarsi cotesta sterminata grandezza ne' fiumi, posto quell'aumento della capacità, che abbiamo detto dover seguire dopo l'ingresso di ciascun influente. Per riguardo a queste grandezze, ci avvisa il padre Lecchi, che il Danubio è più largo, e profondo del Po, il Po del Ticino, dell'Arno, e del Reno. Tutto ciò egli concede, purchè non si creda che sieno più larghi per cagione de' fiumi tributarj, altrimente contradirebbe a se stesso. Quale sia poi la ragione per cui acquistino essi tanta larghezza, prenda a indovinarlo chi vuole.

Ritornando alle confluenze de' fiumi riferite di sopra, ove si osserva restringimento nella sezione inferiore allo sbocco, avrei desiderato che il padre Lecchi avesse prevenuto il dubbio, che potrebbe nascere per le circostanze delle sezioni, le quali essendo state misurate a tutt'altro fine, forse non sono atte a decidere la presente questione, che richiederebbe alcune particolari avvertenze. Sarebbe stato opportuno indicare la figura delle sezioni, per dare a conoscere qual sia l'alveo interiore, quale altezza da cui, più che dalla distanza degli argini, dee valutarsi la capacità del fiume. Nel libro (Informazioni ec.) si descrive la larghezza di Reno misurata sul pelo basso

corrente, prima dell' ingresso della Sammoggia, minore piedi 10 della larghezza misurata nello stesso modo sotto la confluenza; dal che pare se ne deduca dilatazione, e non restringimento dell' alveo interiore. Un' altra avvertenza ci viene suggerita da Eustachio Manfredi, il quale dopo di avere (Annot. I. Cap. IX. Nat. de' fium.) descritte le larghezze osservate in Po sopra, e sotto la confluenza del Ticino, ed altresì quella del Ticino, e avendo trovata minore delle altre la larghezza del Po sotto la confluenza, aggiunge: *Per fare esattamente simili confronti, converrebbe prendere le larghezze minime degl' uni, e dell' altro, affinchè i divarj trovati non si potessero attribuire alle irregolarità delle stesse larghezze.* Veda il padre Lecchi, se le sezioni sopra le quali fonda i suoi raziocinj, sieno conformi al precetto di Eustachio Manfredi. Per meglio conoscere la verità di questi confronti, basta tradurre il metodo tenuto dal padre Lecchi, all' esame d' altre proprietà de' fiumi. Sia per esempio da determinarsi la pendenza. Niun Perito per quanto fosse indotto, ed inesperto, presumerebbe di definirla col semplice confronto di due punti presi sul fondo, e poco distanti fra loro; imperocchè la pendenza così trovata, potrebbe a cagione delle irregolarità de' fondi riuscire di gran lunga maggiore, o minore della vera pendenza ragguagliata; e potrebbe eziandio riuscire in senso contrario, indicando un fondo acclive. Chi per tale confronto conchiudesse, che il fiume corre all' insù, avrebbe per questa teoria un fondamento tanto sodo, e sicuro, quanto può ora vantare d' averlo il padre Lecchi per la sua.

Dopo tante testimonianze de' più celebri Autori malamente interpretate, e dopo alcuni fatti equivoci osservati ne' fiumi conchiude: *La natura di noi più accorta ha voluto di mano in mano restringere le sezioni de' fiumi, quantunque accresciuti da tanti influenti.* Lasciamo per ora da parte qualunque ragione sì di teorica, che di pratica, e discorriamola nel seguente modo. O questo nel ristringimento è un effetto generale, e costante delle cause naturali per tutte le confluenze de' fiumi, o è particolare. Se l'effetto è particolare, perchè talvolta si restringa un fiume dopo la confluenza, e talvolta s' allarghi, sarà duopo affine di provvedere alla sicurezza dell' opera nel costruire un nuovo Cavo, proporsi il caso più svantaggioso, che è quello della dilatazione. Ma via concediamo che sia la legge generale, e costante per tutte le confluenze; domando poi se il ristringimento si faccia per cento, o duecento pertiche sotto lo sbocco dell' influente, o per tutto il corso inferiore del fiume. Se mai la legge consistesse nelle sole cento, o duecento pertiche, si ridurrebbe molto a poco la sicurezza del Cavo Benedettino. Dunque mi conviene supporre per la pretesa indennità di tutto il Cavo, che questa legge della natura generale per tutti gl' influenti, e pepetua per tutto il corso inferiore

del recipiente. Ammaestrato per tali insegnamenti, mi conviene cancellare dall' animo certe idee rendute già famigliari coll' uso della ragione. Mi propongo alla mente il Danubio uno de' maggiori fiumi d' Europa, che dalla sorgente al mare scorre per una lunghezza di 400 leghe, raccogliendo per via un gran numero di torrenti, e di fiumi. M' immagino che poco lungi dalla sorgente, sia presso a poco eguale al nostro Reno, indi si vada restringendo ogni volta che riceve un influente. Certamente prima di giungere al mare, sarà divenuto come un fosso da trapassar con un salto. Vedendo un fiume in piena, dovrò credere che sia scarso, e povero d' acqua, dacchè l' abbondanza porta decremento nella sezione; e per lo contrario, essendo basso il pelo corrente, dovrà conchiudere che allora vi concorra un diluvio d' acque, per cui sia ridotto il fiume in quel misero stato. Queste sono le conseguenze, alle quali mi conduce l' idrostatica del mio Oppositore. Ho inteso dire più volte da alcuni scioperati, che lo studio guasta la testa degli uomini. Ho sempre creduta una tal massima suggerita dall' amore per l' ozio, e nudrita poscia dall' ignoranza, ora mi avveggo che ha qualche senso di verità. Prima che vi fossero trattati d' idrometria, e fossero stabilite alcune regole coll' aiuto della geometria, della meccanica, e della fisica ogni indisciplinato, e grossissimo uomo avrebbe saputo, e naturalmente conosciuto che l' alveo di un fiume col ricevere maggior copia d' acque non può farsi più piccolo.

Quantunque sia facile col semplice lume della ragione decidere la proposizione controversa, pure non voglio trascurare un genere d' argomento, che presso a molti vale più della ragione. Verrò esponendo alcune testimonianze di diversi Autori, alle quali molt' altre potrebbero aggiungersi per dimostrare, che non senza fondamento abbia io proferito nella scrittura (Riflessioni ec.) *Tutti convengono che debba col tempo allargarsi qualunque alveo che riceva nuovo influente*, purchè però le mie parole sieno prese in quel senso secondo cui hanno parlato gli Autori, e che si rende palese, e chiaro, e manifesto a chiunque, non ricusi di leggere la mia precedente scrittura.

Il Castelli (Coroll. II. Prop. IV. Dimostra. Geom. §. E qui bisogna) racconta che avendo preparati diversi sifoni eguali per modo che sgorgasse da ciascuno la stessa quantità d' acqua entro un canale, se ne osservarono altezze diverse nel canale, e sempre maggiori secondo il maggior numero de' sifoni aperti. Aggiunta all' acqua di un sifone, l' acqua di tre altri sifoni, l' altezza si facea doppia della prima, ed aggiungendo altri cinque sifoni, l' altezza si facea tripla, e coll' aggiungerne altri sette, l' altezza cresceva il quadruplo, e così procedendo col medesimo ordine, trovavasi in fine che essendo centupla l' acqua, diveniva l' altezza decupla della prima. Tutto

ciò viene confermato dal Cassini per le esperienze fatte da lui in Roma come può vedersi nella (Raccolta Tomo IX. Guglielmini Natura de' fiumi Cap. V.) *Nella stessa maniera si dee discorrere delle larghezze de' fiumi, che sono effetti parte dell' abbondanza, e velocità delle acque, e parte del contrasto, e resistenza, che fanno le sponde*. Chi può mai dubitare che un nuovo influente non renda più ricco d' acque il recipiente; onde se la larghezza era stabilita coll' equilibrio tra l' abbondanza primaria cagione della velocità, e la resistenza delle sponde, come poi tolto l' equilibrio coll' aggiunta d' un influente, e prevalendo la forza, o abbondanza dell' acqua potranno mantenersi le ripe, e conservar l' alveo la stessa larghezza? Tutto ciò è coerente a quanto ho io detto (Rifless. ec. §. 2.) (Guglielm. Natura de' fiumi Cap. V.) *Egli è ben certo e confermato sì dalla ragione, che dall' esperienza, che i fiumi quanto maggior copia d' acqua portano nella loro escrescenza, altrettanto sono più profondi, e più larghi*.

(Guglielmini Natura de' fiumi Cap. XIV.) *Se si darà il caso che i fiumi da unirsi in un solo alveo portino tutti materia omogenea... solo resta in questo caso incerta la larghezza dell' alveo, la quale dipendendo dalla natura del terreno più, o meno facile a cedere al corso del fiume, e dall' abbondanza dell' acqua non si può esattamente determinare.... oltre che se si ha bisogno d' argini, basta abbandonare nella loro distanza, più tosto che mancare*. Mi rimetto al giudicio di qualunque Professore se nell' idea, come viene proposta di rassettare il Cavo Benedettino si abbondi, o si manchi nella distanza degl' argini.

(Guglielmini Raccolta presente Tom. I. §. 7.) *Supponendo che il Cavo da farsi dovesse essere di larghezza di pertiche* 20, *e profondo piedi* 10, *che di tale sezione ha di bisogno il solo Reno*. Ha detto *il solo Reno;* dunque era di sentimento che la larghezza fosse per essere maggiore dopo il concorso d' altri fiumi. Si avverta in oltre, ch' egli qui parla del solo alveo interiore, poichè trattandosi dell' intiera sezione compresa la base degl' argini si esprime così. *I terreni che si occuperebbero in larghezza di pertiche* 30 *sono ec.*

(Guglielmini Raccol. presente Tom. I. §. 11.) *Si osservi che i fiumi che hanno poc' acqua, hanno ancora più caduta naturale, e profondità, e larghezza d' alveo minore; e che all' accrescersi di nuove acque, s' accresce altresì e l' una, e l' altra; ma per lo contrario si diminuisce la caduta. Su questa regola, che si riscontra d' eterna verità in tutti i fiumi del mondo, che hanno sponde, e fondi possibili a corrodersi da corso d' acqua, s' appoggia la ragione della gran profondità, e larghezza del Po di Lombardia, e dalla medesima ne nasce per necessaria conseguenza, che quanto più i fiumi reali*

si fanno maggiori col dar ricetto a maggior numero di tributarj, proporzionalmente si vanno sempre più allargando, e profondando... Dopo che Panaro fu rivoltato intieramente al Po, è notorio, che l'alveo di questo a Lagoscuro si è considerabilmente allargato, e lo dimostrano le ruine di qualche fabbrica, e l'esistenza de' due froldi, uno a destra, e l'altro a sinistra nella medesima dirittura.... manifestamente si conosce quanto sempre più s'abbassano le escrescenze, effetto del maggiore allargamento, e profondamento dell'alveo. Non credo che il Guglielmini per servirmi della frase del padre Lecchi possa *parlar più chiaro, e più tondo*. Noto qui di passaggio, che non contento il Guglielmini di stabilire in termini generali questa regola rispetto alle larghezze dei fiumi, ch'egli chiama *d'eterna verità*, ha voluto indicarci una proporzionalità, dicendo proporzionalmente *si vanno sempre più allargando*. Non pretendo io già che l'espressione debba intendersi secondo il rigoroso significato delle parole, pretendo solamente che il detto di un Autore così accurato giustifichi in qualche modo chi su tale asserzione abbia instituito un calcolo d'approssimazione; ma di questo in altro luogo.

Per meglio conoscere qual sia la comune opinione sulle larghezze successive di un alveo, che riceva diversi influenti, niente parmi più acconcio quanto il dare un'occhiata ai progetti esibiti per nuove inalveazioni. Vero è però, che molti Autori si sono contentati d'indicare la linea senza discendere ad un detaglio particolare, e minuto, e senza credersi in obbligo di descrivere a parte a parte le larghezze, sopra le quali non sogliono cadere le contradizioni più ostinate delle parti. Per dare di ciò un esempio assai recente, Gabriello Manfredi, comecchè in qualche luogo del suo Voto abbia assegnato al Primaro una larghezza di pertiche 20, dà però a conoscere di non avere in ciò preso partito, nè stabilita alcuna massima. In fatti rispondendo all'opposizione fatta per la soverchia augustia dell'alveo, non sostiene che la sezione sia sufficiente; ma che i *Periti di Bologna, e di Ravenna* (Voto §. 100.) *hanno appunto pensato di allargare l'alveo di Primaro sino a pertiche 25, ed anche più se bisognerà*. Per altro mostra egli di credere, che un alveo acquisti naturalmente una dilatazione maggiore per il concorso degl'influenti, avendo detto (§. 73.) *Così il Primaro si potrà uguagliare in larghezza al Reno superiore alla rotta Panfili, e potrà rendersi anco più capace del Reno istesso a contenere tutte le acque che in esso rinchiudere si vogliono*.

In altra maniera si regolò il Bertaglia, a cui piacque nell'esporre il suo progetto di indicare le larghezze dell'alveo, le quali furono da lui distribuite nel seguente modo (esame del voto Par. II. Cap. II.) Dalla volta Sampieri, all'Idice pertiche 60, compresa la base degli

argini. Dall' Idice al Santerno pertiche 70. Dal Santerno a S. Alberto pertiche 80.

Abbiamo una chiara testimonianza del sentimento del sig. Perelli matematico consultore nella visita Conti (Miscellanea di varia letteratura. Voto sopra le acque ec. §. 66.) *Il canale da scavarsi dovrà essere largo da S. Alberto al Santerno 10 pertiche nel fondo, e quindi sino allo sbocco dell' Idice andarsi gradatamente restringendo fino a ridursi in vicinanza dello sbocco accennato largo nel fondo solamente 8.... Circa alle distanze degli argini, dovrà ciascuno nel tratto da S. Alberto al Santerno farsi distante dal suo opposto nel piede della scarpa interna 60 pertiche; dal Santerno al Sillaro 54, e dal Sillaro all' Idice 48.*

Non mancano altre prove di questo genere, che io produrrei, se credessi che il numero prevalere dovesse all' autorità di que' pochi, che si riguardano come maestri, e de' quali ognuno si pregia di seguire gl' insegnamenti. Bernardino Zendrini, ed Eustachio Manfredi fra gli altri si distinguono, e perciò che hanno scritto, e per le operazioni da essi eseguite. Qual altra intrapresa possiamo noi proporci come modello più confacente al caso nostro della diversione de' fiumi di Ravenna. Ognuno può immaginare quanto studio vi ponessero lo Zendrini, ed il Manfredi per secondare le sovrane premure, di liberare una ragguardevole città dal pericolo di sommergere, da cui era del continuo minacciata. Seguitiamo la tracce di que' due maestri, e vediamo come queste corrispondano al regolamento, che ora si tiene. Prima di stabilire le misure dell' alveo, che dovea poi ricevere il Reno, e il Montone, quante sezioni non furono prese nell' uno, e nell' altro fiume, come ancora nell' alveo vecchio de' fiumi uniti. In un Diario scritto di mano del Manfredi, che conservasi nella Biblioteca dell' Instituto, ho trovato una sezione del Montone misurata il di 20 Ottobre 1731. in luogo ove il fiume camminava quasi retto. Non trascrivo tutte le misure, che sarebbero superflue al caso nostro. Distanza fra ciglio, e ciglio degl' argini pertiche 5. 6 misura di Ravenna. Larghezza del fondo pertiche 2. 10, essendo il fiume provveduto di doppia golena in larghezza di pertiche 1. 10. Un' altra sezione fu misurata lo stesso giorno nel Ronco. Distanza da ciglio a ciglio degl' argini pertiche 9. 6. Larghezza del fondo pertiche 5. 13, pieno delle due golene pertiche 1. 13. Premesse queste notizie, su quali misure sarebbe stata stabilita la capacità dell' alveo per i fiumi uniti, se la ricerca fosse stata fatta da' moderni Idrostatici? Per sentimento loro restringendosi l' alveo di un recipiente sotto la confluenza, sarebbe stata soprabbondante la larghezza del fiume maggiore, cioè pertiche 9. 6. Il Zendrini, e il Manfredi hanno pensato altrimenti, e concordemente stabilita una distanza da ciglio a ciglio d' argine

quasi eguale alla somma di quelle de' fiumi separati, giudicando essi, senza badare al maggiore dispendio, che fosse meglio peccare in eccesso, che in difetto. Tale fu la risoluzione (Relaz. per la diversione de' fiumi Ronco, e Montone, Tom. VIII. Raccolta presente.) *La larghezza di quest' alveo da argine a argine, cioè dal ciglio interiore dell' uno a quello dell' altro si farà di pertiche 15. Quella del fondo dee essere di pertiche 10.*

Ho riserbata per ultimo una prova tratta dall' autorità, la qual prova giungerà del tutto nuova a chi legge, e inaspettata. Il padre Lecchi dopo di avere con tanti argomenti sostenuto, che per il concorso di nuove acque debba assottigliarsi il corso di qualunque fiume; e dopo di averci insegnati, che la *natura di noi più accorta*, ha voluto di mano in mano restringere le sezioni dei fiumi, quantunque accresciuti da tanti influenti, così si esprime: (Prop. II. Parte I.) Che i fiumi dopo il concorso di molti influenti, si dilatino qualche poco in larghezza, ed alquanto crescano in altezza, e profondità, *chi non lo sa*? Dunque se molti influenti hanno forza di dilatare un alveo, dovrà anche dilatarlo un influente solo, che equivaglia a molti; ed essendo sempre l' effetto proporzionale alla causa, perchè mai dilatando l' alveo un influente maggiore, dovrà poi essere nulla la dilatazione per l' influente minore, oppure dovrà seguirne restringimento? La controversia è decisa, e la decide lo stesso Oppositore. Chiunque abbia soltanto il senso comune per se stesso, conoscerà la verità della mia proposizione; nè a lui voglio far questo torto di credere, che per restare interamente convinto, avesse bisogno di tante testimonianze, o aspettasse che il padre Lecchi confessasse il suo errore.

CAPO II.

In cui si dimostra che il principio assunto della similitudine delle sezioni, non può rendere illegittima la conseguenza della insufficiente capacità del Cavo Benedettino.

Accennerò brevemente il metodo, che ho tenuto per calcolare la capacità conveniente ad un alveo, per cui debba scorrere Reno accresciuto delle acque della Savena, e dell' Idice. Ho scelto della visita Conti le sezioni più ristrette del Reno superiormente alla rotta Panfili; ho immaginato che per esse scorra non più Reno solo, ma Reno unito alla Savena, e all' Idice, colla legge delle velocità in ragione dimezzata delle altezze, ho supposto che la dilatazione di ciascuna sezione si faccia in modo, che la figura rimanga simile a quella, che era innanzi; e con un teorema geometrico, che rende il calcolo facile, e spedito, ho dedotto tanto l' aumento in altezza, che

in larghezza della sezione. Questo metodo ha eccitato per sino le risa del mio Oppositore, il quale non tralascia di condannarlo per essere nuovo, come se la novità bastasse per se sola a porre in iscredito qualunque teoria. Mi è sempre paruto, che niente più conferisca a ben intendere lo stato di una questione, quanto l'esaminare le opposizioni de' contradittori; onde prima di render ragione della ipotesi da me adottata, verrò esponendo, ed esaminando le opposizioni.

Il padre Lecchi riguarda come una poesia questo mio postulato della similitudine delle sezioni, e mi consiglia (Prop. II. Part. I.) a riscontrare tutti gl'influenti che vanno in Po, che entrano in Reno, che s'uniscono al Ticino ec. ad effetto che io mi persuada con queste osservazioni, che nel mio postulato non può ravvisarsi *un fumo di verità*, io per lo contrario non ravviso nell'opposizione un fumo di ragione. Se avessi detto che per l'ingresso di un influente, acquistasse l'alveo del recipiente una nuova forma, così che le sezioni tutte tanto inferiori, che superiori, si disponessero in figure tra loro simili, avrebbe luogo il consiglio datomi, e le osservazioni fatte nel Po, nell'Adige, nel Ticino sarebbero decisive. Chi può mai supporre, che io l'intenda a questo modo, essendo a tutti noto, che in ogni fiume per le diverse circostanze o di velocità, o di direzione, nel moto delle acque, e per la diversa tenacità del terreno, s'incontrano ad ogni passo differenze tali nella forma dell'alveo, che parlando in tutto rigore, neppure si troverà una sola sezione, che ad un'altra sia simile, ed eguale. Per conoscere se la similitudine da me supposta, sia veramente conforme alle leggi della natura, sarebbe necessario fare un confronto di due sezioni, nelle quali concorressero le stesse circostanze, salva la sola differenza nella quantità dell'acqua corrente. Sembra in vero difficile il trovar modo di eseguire un tale esperimento, massimamente se si pretendesse fra le circostanze una perfetta uniformità. Pure se vi è luogo a sperare che possa almeno a un dipresso ottenersi questa uniformità, altro partito non veggo, che quello di osservare in un dato sito l'altezza, e la larghezza di una sezione prima, e dopo che al recipiente siasi unito l'influente. Ciò posto, se coi fatti vuole il padre Lecchi dimostrare l'insussistenza della mia ipotesi, ci dica egli qual fosse la sezione del Tevere in un dato sito, prima che il Teverone a lui si unisse, e quanto diversa da quella, che dappoi acquistò il fiume, parimente ci dica qual fosse la figura di una sezione nel Po sotto lo sbocco del Ticino, prima che questi fiumi corressero insieme uniti, per paragonarla a quella sezione, che nel medesimo sito ha ottenuto il Po accresciuto del Ticino.

Nell'esporre la similitudine da me supposta, ho voluto (Rifless.

ec. §. 23.) affine di prevenire quella diffidenza che suole recare la novità, notare che al Guglielmini *piacque di avvertire*, *che paragonandosi due sezioni le più ristrette di due fiumi*, *una da lui scelta nel Po*, *e l' altra nel Reno*, *si trovano le stesse proporzioni tra le altezze*, *e le larghezze*. Per questa citazione, che io avrei potuto mettere, mi accusa il padre Lecchi (Prop. III. Par. I.) di avere trovato il letto, e di avere nascosto lo scopo del Guglielmini, nell' avvertimento dato di quella proporzione. Non ha difficoltà di accusare in certo modo il Guglielmini, che per trovare la detta proporzione, abbia dovuto far scelta non della sezione più regolare, e ristretta del Reno, ma dove si allarga alla botta degli Annegati piedi 180, dando all' espressione *si allarga* un significato di grande dilatazione, quando in quel luogo altro non significa se non è *largo*. *In fatti tanto la sezione del Po a Lagoscuro*, *quanto quella della botta degl' Annegati in Reno*, *ove la piena correa quasi tutta raccolta nel Cavo interiore fra le golene*, *sono le più ristrette che si trovano in que' due fiumi*. *Rispetto al Po*, *dice Eustachio Manfredi* (*Informaz. ec. pag.* 38. §. 81.) *Si è prescelta la sezione del Po*, *dirimpetto a Santa Maria Maddalena di Lagoscuro*, *ove non sono nè golene*, *nè fondo scoperto*, *il Po ha già ricevute tutte le acque* . . . . *Ella è delle più piccole*, *e forse la più piccola di tutte*, *da argine a argine in questo inferior tratto*, *e il Po cammina quivi assai retto*. Rispettivamente al Reno dice Gabriello Manfredi (Rispost. alla scritt. del sig. Bertaglia Cap. III.) *Sezione che per essere fra le più strette*, *che sieno state osservate nel Reno*, *e conseguentemente fra le più regolari riputarsi dee per la più atta di tutte*, *a determinare la più verisimile altezza*, *e larghezza del fiume*. Un' altra prova della ristrettezza di questa sezione l' abbiamo dal Guglielmini, il quale se ne servì per il calcolo della portata del Reno (Raccolta presente Tom. I., e II.), e dopo lui l' abate Grandi (Nota VI. Memor. in favore de' Bolognesi). Dunque la proporzione indicata dal Guglielmini fra le altezze, e le larghezze del Po, e del Reno non è accidentale, nè si è trovata scegliendo a bello studio quelle sezioni, che la contenessero. Ella è nata da se, o sia dal paragone delle sezioni più ristrette, e però se il Guglielmini ne ha fatto caso, e l' ha creduta degna d' essere avvertita, non so perchè dovessi io disprezzarla.

Studia il padre Lecchi di provare, che la detta proporzione sia stata indicata a tutt' altro fine assai diverso da quello, che io ho interpretato a mio vantaggio. *Lo scopo dic' egli*, *era di esaminare la massima* che tanto i fondi, quanto le larghezze degl' alvei, vengono ad essere determinati *dalla natura*. Se questo fosse stato il fine del Guglielmini, che io non contrasto, sarebbe indizio ch' egli avesse riconosciuta per legge della natura la predetta analogia, altrimenti a

che servirebbe addurla, ove si pretendesse di riconoscere quella legge, secondo cui la natura determina le larghezze, e le profondità degli alvei?

L'altro scopo secondo il parere del padre Lecchi si è, di provare *che la velocità dell' acqua sia tanto, che non trova un resistente, che pareggi la di lei forza sempre continua ad allargare, e profondare*. Ognun vede quanto poco abbia che fare con questa massima la proporzione indicata. Se la proporzione fosse una forza, o una resistenza, potrebbe allora essere a proposito la riflessione del padre Lecchi.

Un altro scopo, dic' egli, è stato quello di dichiarare, onde avvenga che i fiumi abbiano la larghezza della profondità. Rispondo in primo luogo, che non troverassi alcun filosofo, che riguardi la proporzione qualunque siasi tra l'altezza di una sezione, come causa di quelle dimensioni. Dico in secondo luogo, che per provare cotesta maggioranza nella larghezza rapporto all' altezza, non era duopo notare quella analogia, la quale non prova nè più, nè meno che se avesse detto il Reno ha la larghezza quattordici volte maggiore dell' altezza, e il Po l' ha ventisette volte maggiore. Che se è piaciuto al Guglielmini di notare quella proporzione sul confronto delle sezioni più ristrette del Reno, e del Po, è segno che a lui ha fatto qualche caso quella analogia, e conoscendo nello stesso tempo non potersi applicare a tutti i fiumi, i quali non corrono dentro alvei di terreno omogeneo, ne portano acque della stessa torbidezza, ha dovuto avvertire, che la regola non può essere generale.

Dopo di avere il mio Oppositore tentato con infelice successo di mostrare l' abuso fatto da me del testo del Guglielmini, passa a raccogliere con eguale fortuna gli errori da me commessi nel calcolo (Prop. IV. Par. I.) e primieramente cita il Guglielmini, che dice (Cap. X. Natura de' fiumi) essere ne' maggiori fiumi le larghezze soprabbondanti, che rendono inutile qualunque calcolo, con cui si pretenda definire quale alzamento, e quale allargamento sia per succedere, nel recipiente accresciuto di un nuovo influente. Niuno ha mai creduto, che tali calcoli sieno esatti, e precisi; nulla dimeno però quando se ne sappia far uso sono di molto vantaggio. Lo stesso Guglielmini se ne è servito per dimostrare, che piccolissimo sarebbe l' alzamento, se il Reno fosse introdotto nel Po. Cerca prima la quantità dell' alzamento con quelle teorie, che più s' accostano al vero, indi esamina da qual parte pieghi l' errore della teoria per le ommissioni che si fanno nel calcolo, in cui si prescinde dalle resistenze, e in oltre si suppone che le sezioni sieno vive. Per le resistenze trascurate ne segue, che risulti un corpo d' acqua nell' influente maggiore in proporzione di quello, che risulta nel recipiente, onde per questa ommissione

l' alzamento calcolato dee riescire maggiore del giusto. Dee parimente riescire maggiore perciò, che si è detto essere soprabbondanti le larghezze ne' fiumi maggiori. Dopo queste riflessioni si potrà con sicurezza conchiudere, che l' alzamento calcolato sia quel limite, a cui non possa mai giungere l' altezza della piena dopo il concorso dell' influente. E perchè l' alzamento nel Po per l' aggiunta di Reno, risultava di once 9 incirca, potè il Guglielmini con tutta fiducia apporre il suo calcolo a quel timore, che alcuni dimostravano non fossero gli argini del Po, capaci a contenere le piene accresciute dalle acque di Reno. Ecco il vantaggio che si ritrae dai calcoli. Guai all' idrostatica, e alla fisica, e a tutte le matematiche miste se dovessero rigettarsi le teorie, perchè manca in esse la evidenza, e la precisione geometrica.

Il secondo errore, di cui sono accusato si è, di non avere considerato quel *notabile maggiore profondamento, che è l' effetto del maggior corpo d' acqua de' fiumi uniti, i quali continuano a decorrere sopra un fondo di egual resistenza*. Da questa accusa si scorge la confusione delle idee nella mente dell' accusatore. O la sezione sarà viva, e proporzionata al corpo d' acqua, o sarà soprabbondante. Se fosse soprabbondante, si metterebbe in moto tutta l' acqua se ve n' era, che fosse inerte, e non operante, e potrebbe darsi il caso, che non seguisse alzamento nel pelo della piena, senza cui non potrebbe ne manco aversi il preteso profondamento dell' alveo. Se poi fosse viva la sezione, giacchè il fiume segue a decorrere sopra un fondo di egual resistenza, e tra le medesime ripe, le quali erano in equilibrio con un' altezza minore d' acqua, è forza che accresciuta l' altezza per l' aggiunta d' altra acqua, non solo si profondi l' alveo, ma eziandio si dilati contro il volere del padre Lecchi, succedendo l' uno, e l' altro nel medesimo tempo, come insegna Eustachio Manfredi (Annot. VI. Cap. V. Natura de' fiumi.) *Nel che è da avvertire non potere mai un fiume arrivare a perfettamente stabilirsi nell' una di coteste due misure* (cioè di profondità, e di larghezza) *senza che si stabilisca eziandio nell' altra, come facilmente s' intende ec.* S' inganna in oltre il padre Lecchi riguardando per nullo l' alzamento d' acqua, perchè profondandosi l' alveo, può la superficie rimanere allo stesso livello, ed anche abbassarsi. Qui non si tratta di cercare a qual segno sia per abbassarsi la superficie, si tratta soltanto di quell' altezza d' acqua che si misura dal fondo sino al pelo della piena la quale altezza si farà maggiore in una sezione viva, comecchè si abbassi la superficie, bastando che il profondamento dell' alveo superi l' incremento dell' altezza. Lasciando dunque da parte il profondamento dell' alveo sarà sempre vero che debba dilatarsi la sezione per l' incremento dell' altezza cagionato

dall' influente. Che poi nel caso nostro sia per profondarsi l' alveo; questo è un punto, che niente appartiene alla questione della larghezza, e però non dovea essere da me esaminato, dovendo anzi supporre che il padre Lecchi avesse stabilito il fondo in quella situazione, che verrà determinata dalle pendenze inferiori del fiume fino allo sbocco in mare, le quali pendenze, se a lui fossero ignote, sarebbe vano il parlare ora di profondamento, potendosi egualmente aspettare alzamento di fondo.

Torna di nuovo a dimostrare (Prop. II. Par. II.) colle osservazioni, e coi fatti, dover essere le piene di Reno solitario più alte delle piene di Reno unito alla Savena, e all' Idice. Se parla egli dell' altezza del pelo riferita ai punti stabili, la proposizione è verissima, nè io l' ho mai contrastata, ed era inutile l' addurre per comprovarla un testo del Guglielmini, e il fatto del Lamone divertito dal Primaro. Ciò che è avvenuto dopo la diversione di questo fiume, mostra bensì che la superficie ne' fiumi disuniti più s' eleva sopra i piani delle campagne, e meno si eleva, se i fiumi fossero uniti in un solo alveo; ma niente prova che l' altezza d' acqua sopra il fondo de' fiumi uniti, sia minore di cascun' altezza de' fiumi separati. Chi leggeva con questa avvertenza tutta la proposizione prima e seconda della Parte seconda, conoscerà che noi siamo sempre da capo; e che facciamo come que' ballerini, che dopo molti passi e lunghi giri, sempre si trovano nel medesimo luogo. Conchiude con alcuni avvertimenti: *Chi non ha, dic' egli, studiato la natura de' fiumi viaggiando lungh' essi, e riscontrandone le osservazioni, quantunque egli sia dottissimo uomo, formerà progetti assurdi, sul modello di quella natura de' fiumi, ch' ei si finge al tavolino.*

Tutto ciò è vero, ma è vero altresì, che chi stando al tavolino malamente ragiona su i fatti, si rendono inutili i lunghi viaggi, e le molte osservazioni sul corso de' fiumi.

Ho io commesso il terzo errore per non avere considerata la maggiore velocità dell' influente, e del recipiente in piene. Chi si aspetterebbe quest' opposizione da uno idrostatico, che misura la capacità de' fiumi co' semplici piedi quadrati, siccome ha fatto nella sua terza memoria, e lo ripete (prop. 5, e 6.) di questa risposta, quantunque il faccia in un'aria diversa. Nella memoria tratta il calcolo, e lo riguarda come serioso, e decisivo, di cui ponno vedersi gli assurdi da me notati (Rifless. §. 27. ec.); ma nella risposta avvedutosi dell' errore, e dissimulando dichiara, che per soddisfare al popolo si serve della semplice misura de' piedi quadrati. Non so qual bisogno vi sia di persuadere il popolo, e di averlo partigiano con questi falsi argomenti. Ritornando alla velocità, io l' ho considerata secondo quelle regole, che sono praticate da' migliori idrostatici,

servendomi della scala parabolica, la quale se in tutto rigore non è esatta, lo sarà, che che ne dica l' Oppositore, assai più della semplice misura de' piedi quadrati.

Mi viene rimproverato il quarto errore con un passo del Guglielmini, il quale in somma ci avvisa, che la velocità dell' acqua corrente dipende dall' altezza, e dalla caduta. Crede il padre Lecchi di parlare in una terra di ciechi privi di qualunque lume d' idrostatica, tanto per confonderli coi termini della velocità per l' altezza, e per la caduta. Ho detto, e apertamente dichiarato di avere posto il vertice della parabola nella superficie, dal che s' intende che il calcolo è stato da me instituito a norma della velocità, che nasce per l' altezza. Ho poi soggiunto, che se mai paresse ad alcuno doversi tener conto di qualche accelerazione per la caduta, potrà ripetere il calcolo trasportando il vertice tanto sopra la superficie, quanto crederà conveniente alla velocità superficiale. Non ho mancato di accennare quelle ragioni, per cui credo inutile tener conto di quest' altezza del vertice, che chiamasi equivalente, per cui sarebbe assai piccolo il divario ne' risultati, ora massimamente che si cerca non la misura assoluta delle portate de' fiumi, ma la proporzione loro. C' isegna poi il padre Lecchi ciò, che a tutti è noto, essere la scala della velocità non una parabola, *ma un composto, Dio sa quale*. Queste cose le sapea il Castelli, il Cassini, il Guglielmini, il Manfredi, l' ab. Grandi, e non pertanto si sono serviti della scala o triangolare, o parabolica per i loro calcoli sulle portate de' fiumi.

Il quinto errore nasce da tre false mie supposizioni. Qui l' Oppositore ragiona in modo che per salvare l' incoerenza del suo discorso, gli conviene confessare di non avere inteso il sentimento mio. Nelle tre sezioni da me prese per modello della capacità di Reno solitario suppongo, che le piene non sopravanzino le golene, e considero la sola capacità dell' alveo interiore. Ognun vede, che io anzi che accrescere diminuisco di molto la capacità conveniente alla portata di Reno. A questo proposito posso citare lo stesso passo del Guglielmini, che il padre Lecchi fuor di proposito ha citato contro di me. *L' ampiezza delle golene, che ne' fiumi maggiori è assai grande, allargando le sezioni nella parte superiore, contribuisce a rendere l' altezza reale tanto minore di quella, che nasce dal calcolo*. Certamente se avessi voluto immaginare un alveo, che comprendesse tutta l' acqua, che nelle massime escrescenze si spande sulle golene, esso sarebbe riuscito maggiore di quello da me considerato in ciascuna delle tre sezioni, e però se nel Cavo Benedettino non trovo tale ampiezza che vaglia a contenere un alveo minore, parmi di potere con sicurezza conchiudere, che ne manco potrà contenere un alveo maggiore. Io concederò all' Oppositore di avere fatta una falsa supposizione

riguardando come una intiera portata di Reno quell' acqua sola, che scorre nel Cavo interiore, purchè mi conceda egli, che questa falsa supposizione dà forza maggiore al mio argomento, e rende la conseguenza più certa, e sicura. Non intendo poi a qual fine abbia quivi il padre Lecchi, con un lungo discorso descritta la forma del cavo da lui ideata, a cui lascia pertiche 4 da ogni parte di golena. Prego il mio Oppositore a rileggere la mia Scrittura, e vedrà che affine di rendere quanto si può maggiore la capacità del vecchio Cavo Benedettino ho finto, che la scarpa degl' argini posi sul fondo, e che niuna golena occupa la sezione, la quale se riesce mancante, non è da sperare che acquisti capacità maggiore per le quattro pertiche di golena da lui progettate. Ho procurato tutt' i vantaggi possibili al mio Oppositore, il quale non vuole sapermene buon grado, e si affatica per provare, che pertiche otto di golena sono sufficienti. Io non parlo di quelle otto pertiche di golena da lui assegnate al cavo. Io formo un' idea del Cavo a vantaggio della capacità supponendolo senza golena. A questo Cavo iscrivasi ciascuna delle tre sezioni di Reno le più ristrette fra le osservate nella visita Conti, ad effetto di riconoscere quale spazio resti tra il Cavo, e la sezione iscritta, il quale spazio potrà poi concedersi alle golene. Tanto è lontano che resti qualche spazio, che anzi trovasi mancante il Cavo per contenere ciascuna delle tre sezioni. Prendo a considerare le stesse sezioni dilatate secondo quella proporzione, che a mio giudicio richiede l'aggiunta a Reno della Savena, e dell' Idice. Iscrivo queste pure dentro il Cavo, e fatti i convenienti rapporti apparisce, che a contenere la larghezza della prima sezione, mancano al Cavo Benedettino piedi 27; della seconda piedi 39, e della terza, che è la sezione Piombini piedi 75.

Per aggiungere il sesto errore mi deride, perchè essendomi posto in capo una corrosione di piedi 3 ½ abbia fabbricata un' ipotesi, da cui segua tal corrosione. Può mai credere alcuno che a sì piccolo oggetto avessi indirizzati tutti i miei studj; e dall' altra parte chi crederebbe mai che il padre Lecchi avesse per nulla la corrosione di tutta la scarpa, valutando soltanto la corrosione di piedi 3 ½ entro il vivo degli argini, che si avrebbe da ogni parte coll' iscrivere la sezione più ristretta di Reno. Il rimanente poi del discorso non regge, non essendo mai stata mia intenzione di restringere tutte le acque fra le golene del Cavo Benedettino, ideate dal padre Lecchi.

Conta per settimo errore che debba secondo me dilatarsi una sezione qualora si unisca al recipiente un nuovo influente, e che si faccia questa dilatazione per modo, che la sezione dilatata rimanga simile alla precedente, oppure che rimanga fra l' altezza, e la larghezza la stessa proporzione. Esclama in fine: *Oh Dio, inviluppo di*

supposizioni. Avverte che molti altri errori avrebbe egli potuto trovare, de' quali lascia la cura ad altro eccellente scrittore, il quale per mio avviso se avrà seguite le tracce del suo conduttore, e direttore, poco potrà promuovere la presente questione. Mi vien detto, che un' altra scrittura sia uscita a far corteggio alla risposta del padre Lecchi col titolo di *Riflessioni prudenziali*. La prudenza in questo affare d' acque consiste principalmente nel far scelta di un piano, che conformandosi alle regole della teoria, e della pratica a noi prometta un esito felice. Queste regole ci additano l' insufficienza del Cavo Benedettino, onde non so comprendere su quale diritto la scrittura s' arroghi il titolo specioso di prudenziale. Che che ne sia della convenienza di questo titolo, che niente giova cercarlo, ritorno di buona voglia all' ipotesi da me adottata dalla similitudine delle sezioni, poichè essendo questa uno de' principali elementi del mio calcolo, ragion vole che se ne faccia una diligente apologia.

Intendo ora di parlare con quelli, che dal mio precedente discorso, o piuttosto condotti dal solo lume della ragione sono persuasi, che una sezione viva debba ampliarsi allor quando il fiume recipiente s' accresca per nuove acque. Che le sezioni da me scelte nel Reno sieno per le loro circostanze atte a indicarci la conveniente capacità di Reno, certamente non può dimostrarsi con evidenza; pure se rifletteremo essere queste le più ristrette, che trovinsi in tutto il corso del fiume, provvedute in oltre di una forma assai regolare, e situate in luogo, ove il fiume comincia quasi retto, non è da sperare, che Reno solitario possa altrove contentarsi di una sezione più angusta. Essendo queste sezioni i limiti più ristretti della capacità indicati dal fatto medesimo, non ho creduto di chiedere molto, se ho domandato che mi sia conceduta una proporzionata dilatazione, quando per ciascuna sezione scorresse il Reno unito alla Savena, e all' Idice. Pretende il padre Lecchi che queste sezioni sieno di capacità soprabbondante, avendo trovato essersi altra volta contenuto il Reno in una sezione più ristretta, qual era al tempo della visita del 1720. la sezione Piombini. La vanità di un tale argomento sarà da me dimostrata nel capo seguente. Ripigliando il mio discorso ognun vede, che non basta stabilire in termini generali, che debba succedere qualche dilatazione, ma si vorrebbe per regolamento delle operazioni conoscere almeno a un dipresso l' aumento in larghezza per ciascuna sezione. Niun Autore per quanto io sappia, ci ha aperta con qualche metodo la strada per calcolarlo. Dovremo noi dunque abbandonarli alla ventura, e proferire a capriccio quella misura di dilatazione, che più ci aggrada? Essendo piaciuto al Guglielmini di avvertire, che in due sezioni le più ristrette, che trovinsi nel Po, e nel Reno regna la stessa proporzione fra l' altezza, e la larghezza, e

avendo detto in altro luogo da me citato Cap. I. che proporzionalmente si allargano, e si profondano gli alvei col dar ricetto a' nuovi tributarj, mi sono indotto a cercare la misura della dilatazione supponendo salva la legge della velocità, conservarsi la stessa proporzione fra l' altezza, e la larghezza. Non ho preteso che questo metodo sia esente da qualunque eccezione; vorrei bensì ch' altri in vece di perdere il tempo in derisioni pensasse a sostituirne un migliore, giacchè non si provvede al bisogno, in cui siamo di tali notizie coll' abbandonare questa ricerca perchè non può trattarsi con evidenza geometrica.

Forse mi dirà alcuno, che non essendovi metodo sicuro per tale ricerca, non è prudente consiglio deliberare sopra un affare di tanta conseguenza, e sopra una operazione di tanto dispendio, mossi da una semplice espressione del Guglielmini, che appena pronunciata, ha creduto di doverla limitare coll' avvertire, che la regola non è generale per tutti i fiumi.

Confesso il vero che avrei io pure desiderato un fondamento più sodo, su cui stabilire il mio calcolo, e convengo che il mio argomento non acquista più di forza, perciocchè mancano migliori notizie. S' accresce in me una ben giusta diffidenza per altro passo dello stesso Autore, che mi sono incontrato di leggere, e che qui trascrivo (Raccol. presente Tom. II.) *Anzi non si ha nota proporzione veruna fra l' altezza, e larghezza del medesimo fiume in tutti i siti, e d' un fiume coll' altro, come apparisce dalle misure di esse. L' altezza del Po alla sua larghezza è come 1 a 22½; quella di Reno assumendo l' altezza di piedi 10 come 4 a 18, quella di Panaro come 1 a 6.* Onde apparisce, che il Guglielmini esprimendosi nel predetto modo, riconosce altra legge della natura assai diversa da quella, che avea indicato nell' altro passo con una analogia comune al Po, ed al Reno. Gli Autori non hanno sempre pensato ad un modo, e talvolta si sono abbandonati a quelle idee, che loro si presentavano, senza prendersi la briga di esaminarne le circostanze con molta attenzione, salvo se il soggetto principale del discorso nol richiedesse. Noi non siamo nel caso, onde meritasse scusa qualunque missione. Si tratta ora di un punto, che è lo scopo principale della controversia. Non sappiamo da quali sezioni sieno state dedotte le proporzioni indicate poc' anzi del Guglielmini, e ne meno sappiamo se siasi egli servito delle altezze medie per ciascun fiume, e se per la larghezza abbia preso le distanze degli argini, o delle golene. Ricorrendo al libro (Informaz. ec.) che comprende le sezioni di diversi fiumi, io ne raccolgo proporzioni molto diverse. La sezione del Po a Lagoscuro, che per le sue circostanze merita d' essere alle altre preferita, come si è detto in altro luogo, mostra fra l' altezza, e la larghezza misurata

sul pelo della piena la proporzione di 1 a 27½. Rispetto al Panaro sono registrate nel detto libro due sezioni ove il fiume corre fra gli argini. Risulta da esse la proporzione di 1 a 11 in circa, avuto il debito riguardo all' effetto del rigurgito calcolato dal Manfredi. Se avessi avuto per le mani altre sezioni del fiume più lontane dallo sbocco, e libere da ogni rigurgito, le avrei prescelte ad effetto di stabilire con maggior sicurezza la ricercata proporzione, la quale rimane ora alquanto incerta per cagione del rigurgito, di cui gli effetti non sono abbastanza conosciuti. Per esprimere la proporzione conveniente alla capacità di Reno, io mi prevarrò della distanza delle golene, dacchè esse in molti luoghi sono di tanta altezza, che basta a contenere le piene ordinarie del fiume. Le sezioni più ristrette sono quelle stesse, che ho esibito nella scrittura (Rifles. ec.) sopra le quali prendendosi le misure mezzane fra le altezze, e le larghezze risulta la proporzione di 1 a 14.

O si considerino questi risultati, o le proporzioni come sono indicate dal Guglielmini nel luogo citato poc' anzi, è manifesto che tanto gli uni, che le altre direttamente si oppongono a quella similitudine, o analogia da me supposta nell' altra scrittura, e di cui ne avea fatto un elemento pel mio calcolo; onde io sono pronto a fare da quanto ho detto su quella ipotesi una solenne ritrattazione. E intanto qual partito prenderemo noi costretti dalla necessità di cercare quanta sia per essere la dilatazione di un alveo, che riceva nuovi fiumi tributarj? È bensì vero che il predetto Lecchi ci esorta, e c' invita (Prop. 7. Part. II.) a fare per divertimento questo calcolo, come se egli ne avesse preparati gli elementi, e spiegato il metodo. Il fatto si è, che in tutto il suo scritto non leggonsi che proposizioni generali, come per esempio, che un fiume si restringa dopo lo sbocco di un influente; che le sezioni di tutt' i fiumi siano soprabbondanti, le quali cose essendo troppo vaghe, non ponno servire d' elemento ad un calcolo. Che se il padre Lecchi avesse preparato quanto bisogna, faccio io altrui sigurtà che egli non avrebbe mancato di esibire questo calcolo tanto opportuno, nè certamente l' avrebbe omesso per amore della brevità.

Tuttochè mi vegga abbandonato da quella analogia, che era stata mia guida nel calcolo, io però non dispero di raccogliere qualche lume dalle precedenti misure. Parmi che da esse si scopra questa legge della natura almeno ne' nostri fiumi, che corrono sopra fondi presso a poco omogenei convenire a' fiumi maggiori una maggior larghezza, in paragone dell' altezza. Mi conferma in questa opinione il vedere, che dalle sezioni più regolari e ristrette dell' Idice, e della Savena, fiumi assai minori di Reno, si raccoglie fra l' altezza, e la larghezza la proporzione nel primo di 1 a 7, e nel secondo di 1 a 6.

Non si può pretendere in questi confronti di riconoscere un ordine, che esattamente corrisponda alle diverse portate de' fiumi, il qual ordine resta sempre alterato dalle circostanze diverse, per piccole che esse sieno. La regola che suole tenersi ove concorrendo molte cause a stabilire le misure, resta nascosto quell' ordine semplice che vi sarebbe, se le circostanze fossero per tutto le medesime, si è questa di paragonare due, a più termini della serie molto fra loro distanti, come appunto nella serie de' fiumi è distante l' Idice, o la Savena dal Po. Che se piacesse una distanza ancor maggiore, possiamo discendere ad altre quantità più piccole come ad uno scolo, o ad un semplice fosso ne' quali si dà spesso il caso, purchè il terreno sia tanto tenace per sostenersi con poca scarpa che trovisi tra l' altezza, e la larghezza la ragione d' egualità, lo che non succederà mai in un corso abbondante d' acqua, come quello di un fiume, in cui sempre prevale a molti doppj la larghezza all' altezza.

Dal precedente discorso ne segue come corollario, che l' alveo di qualunque fiume si faccia più ampio col ricevere nuovi influenti di maniera però, che la larghezza paragonata all' altezza, acquisti sempre una maggior proporzione. In fatti se intenderemo unirsi al nostro Reno un altro fiume eguale a Reno, e poi un altro fino al numero di 30 incirca, si avrà in fine quel fiume Po, che mostra l' esperienza esigere nelle sezioni più ristrette, una larghezza $27\frac{1}{4}$ volte maggiore dell' altezza, intanto che Reno solitario si contenta di una larghezza 14 volte maggiore dell' altezza. Per la qual cosa se avessi dovuto dalle notizie, che si hanno delle sezioni di Reno raccogliere la larghezza del Po, e avessi per istituire un calcolo supposto la similitudine delle sezioni, avrei errato di molto, e sarebbe stato l' errore in difetto, risultando una larghezza minore di quella, che il fatto dimostra. Se dal Reno al Po succede questo errore di calcolo per colpa della supposta similitudine, perchè non dovrà essere l' errore della stessa specie per le quantità intermedie? Di modo che valendomi della stessa ipotesi per determinare la larghezza conveniente ad un fiume, che contenga un mezzo Reno unito al Reno, non abbia poi ad essere l' errore in difetto, e la larghezza calcolata minore di quella, che la natura richiederebbe pel nuovo fiume. Ciò stante vediamo a qual conseguenza ci abbia condotti la falsità dell' ipotesi in riguardo alla similitudine da me adottata. La larghezza di ciascuna delle tre sezioni di Reno accresciuta in vigore della similitudine da me supposta nel calcolo, si trova minore del giusto, e però adattata al Cavo Benedettino meno difettosa, ne mostra la sua capacità. Non ha dunque l' Oppositore alcun motivo di sdegnarsi contro la ipotesi della similitudine delle sezioni, la quale anzi che accrescere diminuisce molto le misure a mio svantaggio. Che se la

misura calcolata della larghezza, la quale, come si è detto, risulta minore del dovere, apertamente ci addita la insufficienza del Cavo Benedettino, che sarebbe poi quando si avesse una maggiore larghezza assai più conforme alle leggi della natura; il padre Lecchi pecca d' ingratitudine condannando, e detestando un' ipotesi, che per quanto può si mostra a lui favorevole, dopo di avere commesso un altro gran fallo impugnando una verità manifesta comprovata sì dalla ragione, che dall' esperienza, quale appunto è quella, di cui si è parlato nel capo precedente, che un fiume debba dilatarsi col ricevere altri fiumi tributarj.

CAPO III.

Esame della capacità del Cavo Benedettino relativamente alle acque del solo Reno.

Non basta a difesa del mio calcolo, e delle conseguenze, che io ne raccolgo l' avere dimostrato, che debba il fiume recipiente dilatarsi dopo l' ingresso dell' influente, ma in oltre mi resta a provare che il Cavo Benedettino tuttochè rassettato, e ripulito da ogni interrimento, non sia di gran lunga capace a contenere le piene del solo Reno. Imperocchè se omai vi fosse motivo di credere soprabbondante la sezione del Cavo rispetto alle acque di Reno, potrebbe ancora nascere la lusinga, che la stessa capacità senza punto alterarsi fosse atta a ricevere, e a contenere unitamente a Reno la Savena, e l' Idice. Abbiamo detto nel capo precedente, e lo ripetiamo ora, che la sezione più ristretta di Reno, cioè quella che fu misurata nella visita Conti al passo di Bagnetto, si trova essere di tale larghezza, che non può adattarsi entro il vano del Cavo Benedettino, supponendo che gli argini s' alzino sopra il fondo colla scarpa di un piede e mezzo per piede; e in fatti a contenere questa sezione, mancano alla larghezza del Cavo piedi 4. Io non voglio per sì piccola differenza conchiudere, che il Cavo sia insufficiente pel solo Reno, massime essendo incognite tutte le circostanze del nuovo fiume, dalle quali dipende lo stabilimento dell' alveo. Basta che la capacità non debba parere soprabbondante, giacchè niun motivo abbiamo di credere soprabbondante la sezione al passo di Bagnetto rispetto a Reno solitario.

Il Guglielmini nel libro della Natura de' fiumi (Cap. XIV.) prescrive tutte le avvertenze da aversi per una nuova inalveazione, le quali insomma si riducono a prendere norma, sì nelle pendenze, che nelle larghezze del fiume vecchio. Un tale insegnamento è per

se stesso tanto conforme alla ragione, e adattato alla pratica, che niuno vorrà condannarlo, anzi mi tengo certo, che chi operando, si proporrà di seguire il precetto del Guglielmini, non farà scelta della sezione più ristretta del vecchio fiume per modello del nuovo, ma prenderà una misura mezzana fra quelle che risultano dalle sezioni più regolari, come appunto si farebbe in riguardo alle pendenze del fondo variabili, altrettanto che le larghezze. Per concedere all' Oppositore ogni vantaggio, scelgo per modello la sezione al passo di Bagnetto la più ristretta di quante sono state osservate nell' ultima visita, e diciamo ancora nelle visite precedenti, eppure non è egli contento, e domanda un modello più angusto, il che facendo, non può certamente vantarsi di seguire gl' insegnamenti del maestro degl' Idrostatici, il quale non concede di prendere regola da una sezione immaginaria, che non trovasi in tutto il corso del vecchio fiume, e a cui, come il fatto dimostra, ripugna la stessa natura. Io qui non voglio, ne credo necessario intraprendere una sottile ricerca sulle misure di quella minima sezione, che può convenire ad un fiume. Certamente nelle circostanze, in cui trovasi qualunque sezione, non potrebbe essa essere nè più, nè meno di quello che è, essendo sempre l' effetto proporzionale alla causa. Rimarrebbe a vedere se variando le circostanze altre ve ne fossero, che obbligassero il fiume a contentarsi di una sezione minore; e in fine se queste circostanze siano per aversi nel Cavo Benedettino. Concediamo pure che la sezione al passo di Bagnetto, non sia la minima tra le possibili, sappiamo però essere la più ristretta fra quelle che esistono, onde assai chiaramente ci mostra il fatto della natura, quale debba prendersi da noi per la sezione minima del Reno, e qual sia il modello più scarso per una nuova inalveazione. Basta quanto ho detto fin quì a persuadere, chi non abbia preso partito in questa controversia, che la sezione del Cavo, non è soprabbondante, relativamente alle acque di Reno; e a chi poi fosse prevenuto, sarebbe superfluo il dire di più. Mi resta da rispondere ad alcune opposizioni, e ciò servirà a maggior schiarimento di questa materia.

Pretende il padre Lecchi (Prop. 4. Par. II.) Che la sezione di Reno alla casa Piombini, qual trovasi registrata nella visita del 1719, 1720. debba servire per modello della nuova inalveazione. Attese le misure descritte da Eustachio Manfredi nel libro (Informaz. ec.) risulta la detta sezione Piombini alquanto più ristretta di quella, che è stata osservata nell' ultima visita al passo di Bagnetto, e che io ho riguardata come la minima fra le sezioni di Reno. Tutta la piena succeduta l' anno 1719, come nota il Manfredi, restò fra le golene in altezza di piedi 12, essendo la larghezza dell' alveo interiore in sommità di piedi 148. Per questo successo confida il padre Lecchi,

che una piena di Reno, possa comodamente scorrere entro una capacità molto minore di quella del Cavo Benedettino, per essere la predetta sezione minore di quella del Cavo. Diverse ragioni muovono il padre Lecchi a preferire la detta sezione Piombini a qualunque altra. Eustachio Manfredi, dic' egli, se n' è servito ad esclusione delle altre, per fare il calcolo della portata di Reno. La sezione è provveduta di una forma regolare senza ineguaglianza di *fondi coperti*, e *senza alcuna espansione della piena sulle golene*. Aggiunge che la sezione si è mantenuta nel medesimo essere in tutti gli anni precedenti, e non ha difficoltà di mettere in questo conto uno, o due secoli, nel corso de' quali per suo avviso il fiume non è stato notabilmente alterato o da rotte in cavamento, o da altre diversioni.

Esaminiamo ora le circostanze, in cui trovavasi la sezione Piombini al tempo della visita del 1720, per decidere se il padre Lecchi abbia ragione di preferirla a qualunque altra. Conviene avvertire il lettore, che l' anno 1716 seguì una rotta nel Reno alla Cremona, cioè in distanza dalla predetta sezione di miglia 4 dopo un' altra rotta alla Panfilia succeduta l' anno 1714. Per l' una, e per l' altra rotta si profondò l' alveo superiore a tal segno, che le piene continuarono a scorrere incassate fra le golene, comecchè poco prima fosse stata presa la rotta. Di ciò ne dà testimonianza Eustachio Manfredi (Informaz. ec. §. 80.) *Sopra la botta Cremona essendosi abbassato il fondo dalla rotta, e non per anche ridotto dopo la chiusura, tutta la piena scorre tra ripa, e ripa; laddove di sotto al detto luogo spande nelle escrescenze, e sopra le golene per sino agli argini*. Un' altra conferma abbiamo del detto abbassamento nel voto Riviera (§. 8.) *Egli è vero pertanto che ne' luoghi superiori alle rotte si è abbassato il fondo del Reno; onde dalle livellazioni, e dagli scandagli fatti al Passo di Cento si trovò, il maggior fondo di quel fiume profondato piedi 4, once 9, min. 11. più di quello che fosse trovato nella visita del 1693*. Debbo in oltre avvertire che la sezione alla casa Piombini, come riferisce Eustachio Manfredi fu trovata colla ripa sinistra a piombo, avendo la ripa destra una scarpa di piedi 18. Dopo queste notizie, che niuno può mettere in dubbio, vediamo come bene ci avvisa il padre Lecchi di scegliere per modello della capacità di Reno una sezione, che secondo il parer mio non era stabilita al tempo della visita, dacchè mostrano le circostanze che il fiume non avesse peranco potuto compir l' opera di proporzionare la capacità alla sua esigenza.

Poco mi muove che il Manfredi abbia scelta quella sezione per instituire il calcolo della portata di Reno. Noi sappiamo quanto riuscirebbe comodo per questi calcoli l' applicare al fiume un regolatore, e formare una luce rettangola per isfuggire le irregolarità del fondo,

e delle ripe, e per rendere viva tutta la sezione. Non sarebbe facile applicare ad un fiume come Reno sì fatto regolatore, onde in mancanza di esso scelse il Manfredi la sezione Piombini, in cui la ripa sinistra s' alzava a piombo. È ben vero, che l' altra ripa s' inclinava con una scarpa di piedi 18, ma è vero altresì, che niun' altra sezione ne meglio di questa potea servire all' intento del calcolatore, a cui niente premea, che la sezione fosse stabilita. Non cercava egli un modello per una nuova inalveazione, ma una luce, per cui passasse tutta l' acqua raccolta in breve spazio, come per un regolatore, affine di dedurre con metodo più sicuro la portata del fiume.

Vuole il padre Lecchi che quella sezione fosse regolare. A me pare il contrario, e parrà ad ognuno spiegato che avremo il significato delle parole. Sezione regolare dee dirsi quella, che avendo il maggior fondo nel mezzo, rimane chiusa dalle parti da due curve simili, ed eguali. Nella sezione Piombini sorge dalla parte sinistra la ripa a piombo, e dalla parte destra s' inclina con scarpa di piedi 18, e trovasi il maggior fondo presso la ripa sinistra, come apparisce dagli scandagli fatti, e descritti dal Manfredi. Per queste circostanze niuno si persuaderà, che la sezione debba chiamarsi regolare. Sarebbe in vero difficile trovare una sola sezione che appuntatamente fosse regolare, ma sarà facile altresì trovarne qualcuna, che più di quella s' accosti alla regolarità. E poichè tanto è piaciuto al padre Lecchi la forma della sezione Piombini, che a noi la propone come modello per la nuova inalveazione, io m' aspettava che a fine di rendere egualmente regolare la sezione del cavo, ordinasse che fosse demolita la scarpa dell' argine sinistro del Benedettino, e posta la ripa a piombo, e tanto più che ne verrebbe per questo mezzo accresciuta la capacità del cavo.

Si pretende che la sezione Piombini fosse stabilita, e mantenutasi senza notabile cangiamento per uno, o due secoli. Per ciò che abbiamo detto di sopra, in occasione delle rotte alla Panfilia, e alla Cremona, restò squarciato, e profondato l' alveo per molti piedi, onde non è verisimile che vi restasse pur ombra nella sezione della primiera figura; e già la piena, che prima spandea sulle golene, si era tutta raccolta entro lo spazio dell' alveo interiore. Potrei al più concedere, che in vece d' uno, o due secoli, la sezione si fosse mantenuta in un medesimo stato per uno, o due anni precedenti alla visita. Senza però cercare argomenti dalla storia de' fatti, il solo riflettere che una delle ripe stava a piombo, basta a persuadere, che la sezione non fosse stabilita, come quella, che non avrebbe potuto per lungo tempo durare in quello stato. In fatti si dia un' occhiata alla sezione qual s' è trovata al tempo della visita Conti, cioè l' anno 1761, e si vedrà che avendo continuato le piene ordinarie a decorrere

incassate fra le golene, a poco, a poco si sono esse aperte una strada più ampia, scostando le ripe sino alla distanza di piedi 214, e recando all' alveo una forma assai più regolare della precedente. Per queste circostanze comecchè sembri la sezione così dilatata sommamente atta a indicarci la conveniente capacità del fiume, pure io non voglio ora prevalermene, nè per essa dimostrare l' enorme difetto nella larghezza del Cavo Benedettino. Ritorno alla sezione Piombini qual era del 1720; e chieggo soltanto, che alla ripa verticale, si dia quella naturale pendenza, che trovasi avere la ripa opposta di un piede e mezzo per piede. Per ottenere un tal cangiamento, non è duopo immaginare una violente azione nel corso del fiume, poichè la terra bagnata, e inzuppata di sole pioggie col successivo suo dirupamento, avrebbe infine acquistato quel pendio che esige, e la gravità della materia, e lo slegamento delle parti. Non altro mancava che il tempo, perchè fosse compita quest' opera, e ridotto l' imboccatura dell' alveo alla larghezza di piedi 166. Ora s' adatti questa sezione, e s' inscriva al Cavo Benedettino, come si è fatto delle altre, e si vedrà ch' essa in larghezza eccede d' alcuni piedi la distanza degli argini corrispondente all' altezza della sezione. Dal che dobbiamo inferire, che sia illegittima la prova dell' abbondante capacità del cavo dedotta da questa sezione. Il padre Lecchi non ha avuta difficoltà di dare eccezione a quelle sezioni, di cui io mi sono servito allegando che sieno state alterate per la rotta Panfilia; eppure questa rotta è lontana dal passo di Bagnetto miglia sette, laddove la sezione Piombini dal lui prescelta, non era lontana dalla rotta Cremona che miglia quattro. Si aggiunga, che essendo la rotta Cremona succeduta pochi anni prima, non vi è fondamento di credere che il fiume avesse potuto in sì breve tempo proporzionare l' alveo alla portata delle sue acque.

Parmi questo il luogo d' esaminare ciò che riferisce il padre Lecchi (Pro. 14. Par. II.) dacchè si tratta ora disegnare fra le sezioni di Reno un modello adeguato alla sua capacità. Cita un passo del Cassini estratto dalla relazione inserita nella Raccolta del 1682. pag. 6. dopo la rotta di Reno seguita l' anno 1460. sotto Cento fu per convenzione stabilito di condurre il fiume al Bondeno, e di unirlo al Panaro a sboccare in Po. L' alveo si fece di larghezza di pertiche 11, e lo spazio di qua, e di là fra l' alveo, e l' argine di pertiche 4. Da queste misure parmi che si possa conchiudere, che attesa la scarpa delle ripe, fosse la distanza degli argini da ciglio, a ciglio di pertiche 20. incirca. Voglio concedere che le misure date dal Cassini sieno precise, comecchè rilevate sugli avanzi di un alveo contrafatto dal tempo, e quasi distrutto; e rifletto soltanto che se la larghezza di pertiche 20. fu destinata al Reno unito alla Sammoggia,

non abbiamo fondamento di credere, che la stessa larghezza sia sovrabbondante a segno di poter ricevere il Reno unito, non solo alla Sammoggia, ma eziandio al Naviglio, alla Savena, e all' Idice. Conviene in oltre riflettere che la larghezza, quale rilevasi di pertiche 20. nell' antico alveo, corrispondeva all' altezza delle piene di Reno accresciuto di quanto suole concedersi di franco agli argini. Quest' altezza col detto accrescimento, non può essere maggiore di piedi 14. Si cerchi ora qual sia nel Benedettino all' altezza di piedi 14 la distanza fra argine e argine, e si vedrà ch' essa non eccede pertiche 17. Ne varrebbe il dire che l' acqua tenuta ristretta s' alzerà rimanendo nel Cavo uno spazio abbondante per contenerla. Noi sappiamo, e lo insegna in più luoghi il Guglielmini, che le larghezze come le pendenze vengono determinate dalla natura, e che a noi non è lecito procurare coll' altezza ciò che manca in larghezza. Quale sia poi la legge della natura rispetto al Reno non conviene dedurla, come vorrebbono alcuni da un motivo di risparmio ne' lavori da farsi, dobbiamo impararla dall' alveo stesso di Reno, il quale per tutti i confronti fattici dà certa testimonianza, che la sezione del Benedettino sia troppo angusta. Il padre Lecchi s' apre quivi un bel campo per far spiccare la sua naturale eloquenza. Si rivolge a far encomj agli antichi Periti sommamente esercitati, e pronti ad intraprendere opere pubbliche di grande utilità. S' immagina, che a' nostri giorni fosse chiamato un Senato di Matematici, e di periti per formare il piano di costruire sopra Reno la chiusa di Casalecchio: *Qual confusione*, dic' egli, *ma gli uomini di quella vetusta età, non esitavano punto*. Quanti pregiudicj mai recar suole l' antichità, a chi non esamina bene i fatti, e le circostanze loro. Nel secolo decimoquarto fu costrutta la chiusa ch' esiste tuttora dopo la rovina succeduta d' un altra chiusa, che pochi anni prima era stata fabbricata in luogo alquanto inferiore, e di cui rimangono ancora i vestigj, che fanno fede della grandezza di quell' edificio. Non vorrei che si rinnovasse l' esempio di quella vetusta età, e che i nostri Periti meno esercitati di quelli del secolo decimoquarto preparassero un cavo, che per la soverchia sua angustia dirupasse da ogni parte, onde convenisse costruire un altro Cavo, dopo l' infelice esperimento della riattazione del vecchio.

In altra maniera si accinge il Padre Lecchi (Prop. 8. Par. II.) di provare la capacità sufficiente del Benedettino. Riferisce le osservazioni di Gabriello Manfredi fatte l' anno 1745. alla Bastia, ove fu misurata una sezione del Primaro, e dal paragone di essa, colla sezione del Cavo ne inferisce, che questo sia capace di contenere le acque che vi si vogliono introdurre. Quanto era l' argomento efficace per le mire di Gabriello Manfredi, altrettanto parmi inconcludente

per l'odierno sistema. Conviene sapere che allora Gabriello Manfredi, come apparisce da un suo manoscritto in data dei 29. Aprile 1749, e a molti ben noto, riguardava il Cavo Benedettino come un' opera provvisionale da eseguirsi per unire alle torbide dell' Idice le acque chiare di Reno, e per convogliare le une coll' aiuto delle altre fino al mare. Esortava a non affrettare le torbide di Reno per inoltrarle nel Cavo, e dar tempo che fossero del tutto compite le colmate delle valli superiori, perchè terminate queste colmate, e costretto Reno a discendere con una sua intiera portata nel Cavo, non era sperabile di difendere più lungamente la parte inferiore, che perciò dovessi allora abbandonare alla bonificazione. La qual perdita potea forse a lui parere meno grave dopo il guadagno della parte superiore. Ecco pertanto che il Manfredi colla sezione alla Bastia confidava di provare, che per il Cavo potesse scorrere comodamente l' Idice unito a quella porzione delle acque di Reno, che ora vi giunge dopo le espansioni per le valli, ma non Reno interiore unito alla Savena, e all' Idice.

Non è di maggior peso l' altro argomento, che fa il padre Lecchi, (Prop. 9. Par. II.) sulla sezione di Primaro a S. Alberto. Annovera tutti i fiumi, che quivi concorrono, a' quali se basta, dic' egli, una sezione minore di quella del Cavo, tanto più dovrà bastare il Cavo ai soli torrenti Reno, Savena, e Idice. Questo discorso verrebbe a persuadere se fossero pari le circostanze, si consideri che molti torrenti non isboccano in Primaro, che a poco a poco dopo larghe espansioni. Rispetto a quelli che entrano arginati in Primaro per poco d' alzamento che cagionino, dee per tutto il tratto del rigurgito alzarsi la valle; e tale può essere il consumo delle acque superiori, che prima di equilibrarsi, cessi la piena d' uno, od altro influente, la quale non dura che poche ore. Per lo contrario, se fossero incassati i fiumi, qualunque sezione dovrebbe concedere il passaggio ad un maggior corpo d' acqua, perchè fattosi entro il breve spazio dell' alveo il cumolo d' acqua corrispondente al rigurgito, tutta la piena superiore si unirebbe a trascorrere colla piena dell' influente. Si consideri la vicinanza di S. Alberto allo sbocco in mare, per cui dice Gabriello Manfredi (Rispos. al sig. Bertaglia §. 77, 79.) *poca larghezza, poca profondità bastano allo smaltimento delle acque, che nelle parti superiori del fiume richiedono maggiori misure*. Onde tante, e tali sono le circostanze diverse, che non possiamo da ciò, che si è osservato a S. Alberto dedurre quello, che debba seguirne nel cavo. Il padre Lecchi ci dà questo avviso: *Insomma si è sempre voluto imparare dallo stesso fiume quello che gli si convenga*. Questa è una fallacia, ed uno de' soliti equivoci, mentre ognuno vede, se siamo nel caso di un medesimo fiume. Se egli vuole seguire il

precetto degl' Idrostatici, si rivolga al Reno superiormente alla rotta Panfilia; e quando le misure così dedotte non fossero a lui favorevoli, anzi che abbandonarsi ad altri disperati confronti, risolva a sua maggior lode, e a profitto nostro di cangiar sentimento.

Non contento il padre Lecchi di avere consultato le sezioni del Primaro, si rivolge ad altri fiumi, e ci propone la larghezza media della Secchia di piedi 135, dedotta da una sezione, che abbiamo dalla visita del 1719, 1720. Quanto mai sono precipitosi i giudicj del mio Oppositore, il quale avrebbe dovuto esaminare, se la sezione non molto lontana dallo sbocco sia, o non sia rigurgitata, e procurarsi una maggior contezza del fiume. Ma via, tutto a lui si conceda, e veniamo al confronto proposto. La larghezza media del Cavo Benedettino, che io debbo ora supporre provveduto di golene, secondo le misure prescritte dal padre Lecchi (Prop. 5. Par. II.) fatto un rettangolo di tutto lo spazio, che contiene la sezione, e diviso per l' altezza supposta di piedi 24, quanta è l' altezza degli argini, risulta il quoziente piedi 162, e non 180, come pretende il padre Lecchi. Che se avremo riguardo a ciò che ci vien detto in altro luogo, essersi fatta l' altezza degli argini di piedi 24, non perchè debba altrettanto alzarsi la piena, ma per concedere piedi 4, parte al futuro abbassamento, e parte a ciò che vi vuole di franco, allora la media larghezza riuscirà di piedi 156. Avverto in oltre, che il padre Lecchi suppone la scarpa di un piede per piede, che io giudico assai scarsa per le ragioni dette (Rifless. ec. §. 25.), e però se faremo il calcolo supponendo la scarpa di un piede, e mezzo per piede, riuscirà la larghezza media di piedi 146, che di poco eccede quella della Secchia; onde sebbene si concedesse che i predetti fiumi fossero eguali, del che potrei dubitare, non essendo stato fatto sullo portate loro alcun calcolo, non perciò resta comprovata la soprabbondante capacità del Cavo rispetto al solo Reno. Questa maniera di definire la capacità conveniente ad un alveo da costruirsi è molto incerta, attese le diverse circostanze da noi non conosciute, nelle quali trovansi i fiumi; per la qual cosa non mi sazierò mai di ripetere, che l' alveo vecchio debba essere il modello più sicuro per istabilire le misure dell' alveo nuovo. Vale lo stesso che ho detto sin qui per escludere l' altro confronto, che si fa di una sezione del Panaro colla sezione del Cavo.

Non debbo passar sotto silenzio un altro argomento, di cui si serve il padre Lecchi, per provare l' abbondante capacità del Benedettino. Pretende egli che per la stessa sezione di Panaro, qual trovasi di presente, vi scorressero un tempo Panaro, e Reno insieme uniti, il quale argomento niente prova, se prima non siasi dimostrato, che la sezione siasi mantenuta la medesima. Il padre Lecchi accorgendosi

dell' importanza di questa prova, allega una testimonianza del Manfredi, il quale asserisce, che del 1460. si univa Reno a Panaro, e che nella visita Corsini fu riconosciuto il luogo di tale unione. Ciò non ha che fare colla identità della sezione, onde aggiunge il padre Lecchi, che negli argini antichissimi, e molto più nelle fabbriche antiche aggiacenti a' medesimi argini, abbiamo una testimonianza chiarissima, che non sia seguito cangiamento alcuno nella larghezza della sezione. Io vorrei prima che mi fosse insegnato come si riconosca l' antichità di un argine, se dalla forma, o dalla qualità della terra di cui è composto. In rispetto poi delle fabbriche, sarebbe stato opportuno addurre qualche prova di una antichità oltre a 300 anni, senza cui ognuno potrà credere, e dire ciò che gli pare. Bisogna che di queste antiche notizie fossero privi i Matematici, che intervennero alla visita d' Adda, e Barberini, come pure Eustachio Manfredi, i quali progettando di unire il Reno al Panaro, per ricondurre il primo in Po, consigliavano d' allargare l' alveo del secondo, che si credea incapace di contenere que' fiumi uniti. *Questa linea* (Voto d' Adda, e Barberini. §. Questa linea) . . . *entra in Panaro, per il di cui letto da dilatarsi, e raddrizzarsi in più parti, si porta nel Po sotto la Stellata = l' unione dell' acqua del Reno* (Guglielmini, Raccolta presente Tom. II.) con quella del Panaro non farà effetto nella elevazione dell' acqua, bensì nel profondamento, ed allargamento dell' alveo . . . Se si lasciasse l' opera alla natura medesima, ben presto si proporzionerebbe l' alveo in larghezza, e profondità tale, da non provare il temuto alzamento, ma ciò non si vuol fare, anzi si pensa allargare tanto l' alveo di Panaro dal Bondeno in giù, che la natura abbia piuttosto a restringerlo per soverchia larghezza, che ad elevarsi l' acqua per troppa angustia di letto = *Nella linea del Po Grande* (Eustachio Manfredi Compendio ed esame Par. III. §. Nella linea) *vi vuole una escavazione di quattro, o cinque miglia dentro la cassa del Po di Ferrara, e del Panaro, per abbassare a dovere il primo, e per dirizzare e allargare il secondo.*

Anche il Tevere (Prop. XI. Par. II.) si chiama a consulta in questo affare; nel che però dichiara il p. Lecchi di far troppo onore al Reno, paragonandolo ad un fiume dieci volte maggiore, in cui hanno navigato le famose piramidi d' Egitto. Certamente il Reno non può darsi un tal vanto, ma non perciò vorrà contentarsi di un alveo troppo angusto. Prima di venire al paragone di questi fiumi, mi conviene scoprire un bel giuoco di mano dell' Oppositore. Dopo di aver detto che il Teverone uno de' principali influenti come nel nome, così nella capacità delle acque pareggia il Tevere, nota le larghezze medie di otto sezioni dedotte dalle misure registrate nel libro *Delle cagioni, e de' rimedj delle inondazioni del Tevere*. Di queste otto sezioni,

una sola rimane sotto lo sbocco del Teverone, essendo le altre in luogo superiore. Con queste si vorrebbe muovere l' altrui maraviglia; come mai ad un fiume dieci volte maggiore di Reno, possa convenire una larghezza media, che di poche pertiche eccede quella del Cavo, e non pertanto debba credersi il Cavo troppo angusto. Se vuole il padre Lecchi senza inganno evitare l' altrui meraviglia, scelga quelle sezioni, che non essendo tenute ristrette fra le muraglie, sono però inferiori al Teverone, e assai lontane dallo sbocco in mare, cioè le sezioni N, O, Q, X, delle quali sono registrate nella tavola da lui esibita le seguenti medie, larghezza di piedi 350, 238, 265, 255. Si paragoni ciascuna di queste, colla larghezza media del Cavo, trovata di sopra da piedi 146, e si vedrà, che la differenza non è tanto piccola, onde non possa, attese le diverse circostanze, credersi il Cavo troppo angusto. Si consideri che il terreno ove scorre il Tevere è assai duro, e tenace, come attestano i Periti autori del libro citato poc' anzi, e che per tale tenacità, la larghezza di un fiume in parità delle altre circostanze, dee riuscire minore. Si consideri che il Tevere è un fiume inondante, dilatandosi ampiamente nelle maggiori escrescenze sopra le ripe sprovvedute d' argini; dal che potrà ognuno conoscere quanto poco si debba valutare un tale confronto; e quindi raccorre, che il solo partito sicuro, si è quello di paragonare il fiume vecchio col nuovo, secondo il consiglio del Guglielmini. Sono infine invitati i Bolognesi, che trovansi in Roma a portarsi per loro diporto lungo il Tevere, ove potranno comodamente maravigliarsi, paragonandone le sezioni con quelle del Cavo. Io per lo contrario gl' invito a leggere sì fatta scrittura, e sono certo che diranno essi ciò, che ora mi conviene tacere.

Dopo i confronti delle sezioni di diversi fiumi, passa il padre Lecchi ad esaminare (Prop. 14. Par. II.) l' uso delle golene, e propone come problema da risolvere, se più conferisca alla sicurezza di un alveo una maggiore, o minore golena. Potrei dispensarmi dal far parola su tale argomemto, dacchè ora non si tratta di una maggiore, o minore golena, ma di un alveo condannato per la sua angustia a rimanere senza golene. Che se mai si convenisse di dilatarlo, non si propone da noi di abbandonare nell' ampiezza delle golene, ma di contenersi entro i limiti più ristretti, quali vengono indicati dal vecchio fiume. Tuttavia perchè potrebbe parere ad alcuno, che io trascurassi maliziosamente una questione ampiamente trattata a favore del Cavo Benedettino, e il facessi per non avere che rispondere alle molte ragioni che si adducono; verrò in primo luogo esaminando qual sia l' ufficio, e il vantaggio delle golene; e in secondo luogo farò vedere quanto mai sieno inetti gli argomenti, co' quali si vorrebbe in certo modo mettere in iscritto l' uso delle golene.

Alcune proposizioni vere in un senso, e false in un altro, danno occasione a molti equivoci. L' ampiezza di un alveo, che di molto ecceda quella misura che conviene al fiume per sentimento comune reca danno, e non vantaggio, onde taluno argomentando che la grande estensione delle golene, pregiudichi al regolato corso delle acque. Cotesta soprabbondanza di capacità, può intendersi in due maniere diverse, dalle quali seguono contrarj effetti. Fingiamo l' alveo interiore del fiume largo assai più del bisogno. Insegna il Guglielmini (Natura de' fiumi Captiolo V.) *che ben presto colle alluvioni si restringerà*. E perchè sarebbe difficile che queste alluvioni si facessero egualmente da ogni parte, valendo qualunque causa ancorchè piccola a togliere l' equilibrio, e a rendere più impedito il corso da una parte, che dall' altra, perciò dovrà seguire dall' una parte interrimento, e dall' altra escavazione; il corso si farà tortuoso, e ne verranno quindi i pericoli, e i danni che nascono, e dal prolungamento della linea, e dalle frequenti ripercussioni dell' acqua contro le ripe soggette alla corrosione. Tale soprabbondanza d' alveo riesce pregiudicevole per le ragioni dette, le quali vengono comprovate dalle stesse sperienze. *Un riscontro di ciò* (Eustachio Manfredi Risposta a' signori Ceva, e Moscatelli. §. Il secondo) *si vede nell' alveo del Panaro dal Bondeno alla Stellata, nel quale correndo oggi le sole acque di quel torrente, si sono fatte tra le golene una linea stranamente flessuosa, laddove quando il Po vi correa.... si portava per una linea più retta*.

In altro modo può intendersi la capacità soprabbondante. Supponiamo che l' alveo interiore non basti a contenere le piene, le quali sormontando le golene quantunque alte spandono persino agl' argini, che ponno supporsi fra loro distanti per modo, che la capacità si rende soverchia. Sarà non pertanto obbligata la corrente a tenere la direzione del maggior fondo, e non potrà il fiume farsi tortuoso, ne potranno quindi derivare quegli effetti perniciosi, che sono le conseguenze, come abbiamo veduto di un alveo interiore troppo largo; onde in questo senso la soverchia capacità non potrà recar danno. Non è però che io creda, che un fiume tale debba per necessità mantenersi stabilmente senza essere mai soggetto ad alcun cangiamento; pure vi vorrà una forza molto più efficace, che non abbisogna nell' altro caso per distorlo, e piegarlo dal vecchio corso; e qualvolta succeda ciò, che più facilmente addiviene ne' fiumi grandi, di mutar corso, la spaziosa golena darà tempo di mettere in opera gli opportuni ripari, prima che la corrosione giunga al piede dell' argine, e minacci una pronta rovina. In somma le golene apportano sempre gran vantaggio, il quale sarà maggiore, quanto più spaziosa sarà la golena. Nel che però bisogna usare una certa mediocrità

affinchè non si comperi una maggior sicurezza a troppo caro prezzo col terreno perduto, e abbandonato all' inondazione. Sono le golene come le opere esteriori di una Fortezza, di cui ritardano la presa, e danno tempo al soccorso, ma non la rendono inespugnabile.

In due maniere abbiamo immaginata la soverchia capacità di un alveo, e ne abbiamo considerati gli effetti. Variandosi la forma di esso alveo, che potrà variarsi supponendo, che le golene alte si vadano abbassando, dovranno corrispondere gli effetti alla combinazione delle cause, o circostanze accennata di sopra. Da tutto questo discorso si comprende qual sia l' utilità, che apportano le golene, le quali per altro non sono necessarie per modo che un fiume non potesse ne manco per breve tempo scorrere fra semplici arginature. E in vero essendo l' argine costrutto di quella terra che forma le golene, se ponno queste raffrenare il corso dell' acqua, il potranno egualmente gli argini. La differenza consiste che in un caso è pronto il pericolo, e nell' altro può essere assai remoto.

Un' altra differenza merita di essere notata, che nasce dalla grandezza del fiume. Essendo qualunque fiume soggetto a mutar direzione, o è tale la copia delle acque, e l' impeto della corrente, che niun lavoro possa resistere, nè impedire che prenda il fiume quella direzione, a cui si mostra inclinato, o è facile, e praticabile il riparo, con cui respingere la corrente ad altra parte. Nel primo supposto sono le golene necessarie, e nell' altro sono presso che inutili. Il Po che non potrebbe frenarsi senza un dispendio superiore alle forze delle provincie, allorquando minaccia d' inoltrarsi ad escavare entro la ripa un seno molto profondo, si prende il partito di visitar l' argine a molta distanza, lasciando un' ampia golena, affine di non essere obbligati a rifar l' argine per qualunque nuova corrosione. Ne' piccoli fiumi ove con pochi lavori si difende una ripa minacciata di corrosione, saranno le golene presso che inutili, ma non si darà mai il caso che l' ampiezza delle golene alte apporti pregiudicio. Imperocchè la ripa potrà difendersi cogli opportuni lavori, e allora sarà indifferente una maggiore, o minore larghezza della golena, o non potrà difendersi, e allora sarà utile un' ampia golena affinchè sul principio della corrosione non resti indebolito il piede dell' argine, e poste in pericolo le campagne aggiacenti.

Non era per avventura ignote queste dottrine al padre Lecchi, quando scrisse il suo Voto, onde ordinò, che argicandosi il Reno, incominciando dalla rotta Panfilia, si tenessero gli argini fra loro lontani pertiche 55, come pure quando ordinò che l' argine destro del Primaro si tenesse quasi altrettanto lontano del sinistro. Tutto ciò viene prescritto per lasciar luogo ad ampie golene troppo necessarie a difendere le arginature; di che passa a lodare gli antichi Architetti,

e l'avvedimento loro di situare in tanta distanza gli argini del vecchio corso di Reno, e specialmente sotto Cento. Ora in questa prima risposta si cangia scena, e le golene, che quanto più ampie, tanto più erano utili, ed opportune a rimuovere il pericolo delle rotte, divengono ora dannevoli, e perniciose sino ad essere annoverate fra le cagioni delle rotte medesime. Ben è vero, che egli si sforza di scusare una tanta contradizione, dicendo che allora prescrisse quella soverchia distanza d'argini, ad oggetto di lasciar luogo alle acque, di deporre ivi quella terra che gli abbisognava per la costruzione degl' argini; ma questa scusa è del tutto vana; imperocchè, se fosse giunto il tempo d'inalveare il Reno, non potrebbe mancare la terra per formare gli argini a minore distanza, e se non fosse giunto il tempo converrebbe aspettarlo. Ma quale siasi questa scusa, che nuovo spettacolo sarà egli a vedere la stessa arginatura dello stesso fiume al di sopra degli influenti aprirsi sino alle pertiche 55, e poi restringersi fino alle 20, colà dove riceve gl' influenti per aprirsi di bel nuovo al Morgone, ricuperando quivi una larghezza poco minore della prima? Passiamo ora ad esaminare alcune riflessioni dell' Oppositore colle quali s'ingegna di dimostrare l' inutilità delle golene a solo oggetto di liberare il Cavo Benedettino da ogni eccezione.

La prima riflessione del padre Lecchi riguarda le rotte di Reno succedute nel tratto inferiore sotto Cento, ove si dilata l' alveo fino a pertiche 80, e più ancora. Sembra (Prop. 14. Par. II.) che tutta la colpa sia attribuita all' ampiezza della sezione, dacchè l' alveo superiore assai più ristretto ha restituito al furor delle piene. Posto il fatto, per non errare nell' assegnare la causa, dobbiamo prima esaminare le circostanze, poichè se ne' luoghi delle rotte non era l' argine difeso da golene, o erano queste tanto basse per lasciare il fiume in libertà di cangiare il suo corso, non dovremo incolpare le golene, ma la mancanza di esse. Oppure se qualche rotta fosse succeduta per sormontazione, allora la golena non avrebbe potuto contribuire nè alla rottura dell' argine, nè alla conservazione dell' alveo. Lasciando da parte questi dubbj, che per se stessi potrebbero rendere sospetta l' induzione del padre Lecchi, io dico che le rotte sono appunto succedute colà dove doveano intervenire per una cagione, in cui non hanno alcuna parte le golene. Le deposizioni, che del continuo rialzavano il fondo della valle presso lo sbocco di Reno tenendo in collo le acque, e cagionando un ristagno il quale si risente nelle parti del fiume vicine allo sbocco, e si rende insensibile nelle parti lontane, fanno crescere l' altezza della piena nel tratto rigurgitato, onde acquista l' acqua maggior forza, ove è maggiore l' altezza per aprirsi una nuova strada meno impedita della già praticata. Nè alcuno mi darebbe a credere, che in una disposizione d' alveo

affatto contraria, cioè largo di sopra, e di sotto tanto ristretto, quanto basta a togliere la superfluità, non a rendere impedita la sezione, dovessero per questo conto rimanere squaricati gli argini nella parte superiore del fiume, ove non è sensibile l' effetto delle variazioni seguite presso lo sbocco.

Piace al padre Lecchi (Prop. 15. Par. II.) di confirmare coi fatti le sue teorie; è ben vero, che sopra essi ragiona in modo, che sarebbe meglio tacerli. È nota ad ognuno la rotta seguita nell' argine circondario, o coronella detta Valle di Gandazolo. È noto parimente, che alquanto prima era seguita la rotta dell' argine costrutto a traverso la valle. Di questa rotta non fa menzione il padre Lecchi, di cui non potrebbe dar colpa alle golene, e soltanto ragiona sopra l' altra della coronella. Prende egli per golena l' intervallo di pertiche 600 tra l' argine traversale, e la coronella; e vuole che la rotta sia seguita per cagione di una golena troppo ampia, ed estesa. Suppone uno svagamento della piena, e del filone, che avendo perduta la traccia della inalveazione, si rivolgesse ad urtare la coronella. Per vero dire, tutti i Periti hanno sin' ora creduto, che la rotta seguisse, perchè la coronella fabbricata di fresco, e non per anche rassodata fosse incapace di resistere alla pressione, ed allo sbattimento delle acque; ed altri accertano, che l' acqua si alzò a segno di sormontarla. Ma via siano bugiarde queste relazioni, e concediamo che il filone abbia fatto allora il giro della valle per investire la coronella, qual colpa ne avranno poi le golene? io colà non ravviso che una valle di 600 pertiche, cui ci piace al padre Lecchi di riguardare come una golena, potrà a voglia sua chiamar golena tutto ciò che si oppone al regolato corso delle acque, ad effetto di rendere più odioso un tal nome.

In altro modo (Prop. 18. Par. II.) acusa il padre Lecchi le golene come complici di rotte. Considera la forma del Cavo Benedettino da prima costrutto; si sdegna contro l' inavvertenza degl' Architetti, di non avere abbassate le golene troppo alte, onde *non è meraviglia* (sono sue parole) *che in quella famosa piena si alzassero indietro le acque sino alla valle di Gandazolo, e sormontassero l' argine circondario*. Dimentico di quanto avea detto prima, non più dà la colpa al filone della piena, che abbia smarrita la strada, non alla golena di pertiche 600, e concedendo ora che l' acqua abbia soperchiata la coronella, vuole che le golene del Cavo sieno state la vera cagione di quella rotta seguitata in distanza di parecchie miglia ove l' argine, o coronella era sprovveduta di golena. Per questo successo prescrive egli, che si spianino le golene del Cavo. Confesso, che non intendo la giustizia di tale risoluzione, parendomi che convenisse lasciare la golena ove trovasi, avendo così bene difeso l' argine, e aggiungerla

ove manca, ed ove è succeduta la rotta. Il padre Lecchi ci occulta il vero oggetto dell' abbassamento di queste golene. Conosce la troppa angustia dell' alveo, e per procurarne una maggiore, non ha difficoltà di disarmare l' argine, riducendo la golena alla misera altezza di piedi 4.

L' ultimo argomento che si adduce (Prop. 16. Part. II.) per provare la inutilità delle golene, è fondato sull' esempio di molti fiumi incassati semplicemente fra argini privi di golene. Con quella facilità, con cui l' Oppositore asserisce, potrei io negare questi fatti, e al più concedere la mancanza delle golene in alcuni piccoli fiumi, per le ragioni dette di sopra. Tuttavia non avendo veduto i profili di tutti que' fiumi, ch' egli annovera, e non ne avendo d' altronde contezza, come non l' ha certamente il mio Oppositore, restringo il discorso a provare che è falso ciò ch' egli dice, rispetto ad alcuni fiumi. E primieramente è falso che il Panaro sia privo di golene, ed eccone la ragione. Eustachio Manfredi rimprovera al Corradi l' errore di aver preso nel profilo del Panaro per linea degli argini quella linea, che dinotava le golene (Compend. ed Era. Par. I. §. La seconda prova) *Sappia qui il lettore, che quella linea deformemente piegata, e rotta in quattro parti, non dinota il ciglio degl' argini, ma la sommità delle golene di Panaro*. Certamente non avrebbe potuto il Corradi commettere un tale errore, nè il Manfredi correggerlo, se il Panaro fosse senza golene. Nè vale il dire per sostenere la mancanza delle golene, che queste non sono per tutto continuate, poichè se bastasse la discontinuazione per escludere, anche il Po, che pur si annovera tra i fiumi provveduti di golene, non le ha per tutto il suo corso, e se non altro sappiamo che a Lagoscuro corre fra semplici argini. Parimente s' inganna il padre Lecchi, se crede che il Tevere non abbia golene; e mostra di non conoscere lo stato di quel fiume, comecchè abbia invitati i Bolognesi a passeggiare lungo le ripe di esso per raccogliere diverse notizie, delle quali parmi aver egli più bisogno di loro. Scorre il Tevere disarginato, e nelle maggiori piene spande largamente le sue acque sopra i terreni aggiacenti, che tengono luogo di golene, e però quel cavo che si vede ove sta raccolta tutta l' acqua nelle minori escrescenze, altro non è che il Cavo interiore del fiume. Se dal padre Lecchi è stata presa per golena una porzione della valle di Gandazolo larga pertiche 600, quanta è la distanza dell' argine traversale dalla coronella; per qual ragione non dovrà riguardare come golena tutto il terreno che nelle maggiori piene resta inondato dal Tevere, e che rinfianca l' alveo di questo fiume.

Tralascio alcuni inutili problemi (Prop. XVII, XVIII, XX. Par. II.) de' quali il padre Lecchi da noi non provocato ha preso a trattare.

Merita per altro d'essere considerato il problema (Prop. XIX.) Se le golene nel Cavo Benedettino possano lasciarsi un poco più alte delle prescritte da lui. Accorda che si potrebbero tenere più alte uno, o due piedi; ed io il consiglio non essere tanto liberale, perchè due piedi faranno perdere nella capacità 160 piedi quadrati, de' quali potrebbe egli aver bisogno ne' suoi calcoli. Lasciando questo da parte, io non so a quale proposito quivi si racconti, che Reno presso Cento, fu inalveato tra sole arginature, che essendo più distanti del bisogno, ha potuto il fiume colle deposizioni formarsi golene altissime, entro le quali dopo le rotte inferiori scorre incassato. Qualunque sia il motivo di un tale racconto, dovrebbe l' Oppositore riflettere, che questo è un caso (supposta la verità del fatto) in cui non ha pregiudicato una larghezza abbondante della sezione, tanto da lui detestata, ed anzi avere procurato ai Centesi una più robusta difesa. Conchiude poscia che ciò, che ha fatto Reno presso Cento, lo farà nel Cavo Benedettino, alzando colle deposizioni laterali le golene. Qui il padre Lecchi si è dimenticato il punto principale della controversia, non potendo valere la sua illazione, se non quando si trattasse di un alveo più largo del bisogno. Che se fosse troppo angusto, tanto è lontana la speranza, che il fiume sia per munirsi di una più robusta difesa, che anzi dobbiamo temere che restino distrutte le golene concedute in altezza di piedi 4, e non bastando cotesto allargamento alla sufficiente capacità, che s' innoltrino le corrosioni entro gli argini stessi, e pongano in iscompiglio tutto il sistema delle acque.

Termina la seconda parte con una conclusione, e proposta del partito migliore. Suppone egli dimostrata la sufficiente capacità del Cavo Benedettino. Vuole che la spesa di un nuovo Cavo sia superiore alle forze delle provincie; onde non è meraviglia, se persiste nel progetto di rassettare il vecchio cavo. È stato mio intendimento di contenermi in ciò solo, che abbia relazione alla controversia sulla capacità del Benedettino; e parendomi di aver detto quanto basta, e più ancora, che non bisognava a purgare il mio calcolo da ogni, e qualunque colpa, che se gli volea apporre, farò fine senza prendermi la briga di esaminare la Parte III, la quale altro non contiene, che il metodo della esecuzione, di cui il padre Lecchi ha parlato difusamente nelle sue Memorie, e sopra cui ho io dichiarato il mio sentimento in alcuni fogli presentati a Monsignor Commissario.

Eustachio Zanotti.

APPENDICE

CHE SERVE DI RISPOSTA ALLA SCRITTURA

DEL SIGNOR MARISCOTTI.

1. Terminata la precedente risposta, mi è giunta alle mani una scrittura del sig. Mariscotti, il quale avendo deposta quella incertezza e quel timore, che protestò in presenza di Monsignor Commissario, ora si dichiara del partito del padre Lecchi. L' unanime loro sentimento si manifesta colla uniformità delle ragioni, e de' fatti che portano contro la mia scrittura, talchè si direbbe che l' uno avesse ricopiato dall' altro, senza però che apparisca a quale convenga la gloria dell' invenzione. Le risposte da me date alle opposizioni del padre Lecchi, mi risparmiano ora un lungo ragionamento; così avessero eglino a noi risparmiata la ripetizione delle medesime cose. Per queste invio il lettore alla precedente mia scrittura, proponendomi ora di rispondere alle sole difficoltà, che sono proprie del nuovo Oppositore.

2. Il signor Mariscotti divide la materia in due questioni. Cerca primieramente a quale altezza giungerebbero entro il Cavo Benedettino le acque unite di Reno, della Savena, e dell' Idice; e perchè detta altezza riesce minore di quella degl' argini, ne deduce che sia sufficiente la capacità del Cavo. Esamina in secondo luogo, se la larghezza sia adattata alla esigenza del fiume. La prima questione era affatto inutile, non avendo io detto mai che il corpo d' acqua, che portano i predetti torrenti, debba occupare uno spazio maggiore, di quello che si avrà nel Benedettino, e che risulta dalla larghezza, e dall' altezza accresciuta di piedi 6, conforme la prescrizione del padre Lecchi. Il dubbio riguarda la sola larghezza, come rilevasi dalla mia prima scrittura (Rifless. sopra la Capacità ec.) con cui dichiaro le ragioni per cui sono persuaso, che gli argini non potranno resistere alla forza dell' acqua tenuta ristretta, ed obbligata ad ascendere a maggiore altezza, per ottenere tutto lo spazio conveniente alla portata de' fiumi uniti. Quantunque però il signor Mariscotti abbia sul principio trattata una questione inutile impiegandovi molti fogli, non saranno inutili gl' insegnamenti datici per calcolare le altezze, che avrà un fiume in un alveo più ristretto, e se non altro possiamo imparare da lui con quale precisione debbansi eseguire i calcoli, non

trascurando egli (Veggansi i fogli annessi alla scrittura) le frazioni in un numero di sette figure, forse dimentico di avermi ripreso, perchè ho tenuto conto di un mezzo, o di un terzo di piede in una linea di pochi piedi. Veramente è cosa insoffribile la pretensione di fare impunemente ciò, che si condanna negl' altri, il quale ingiusto procedere, chiaramente dimostra, che l' Oppositore non avea alcun sodo motivo di contradire; e rivolgendosi contro la diligenza del calcolatore, non s' accorge di riprovare ciò, che è fatto proprio, e che viene approvato dall' uso di tutti quelli, che sottopongono a calcolo le loro teorie, i quali così facendo altro intendimento non hanno, che di mostrare il risultato preciso del calcolo, e non la precisa misura della quantità, che basta sapere a un dipresso.

3. Avendo io opposto al padre Lecchi la fallacia del metodo di misurare il valore di una sezione coi semplici piedi quadrati, il signor Mariscotti prende a difenderlo (§. 4.) coll' avvertirmi, che nel Benedettino supplendo una maggiore altezza, a ciò che manca in larghezza, le misure così dedotte, tornano in isvantaggio del padre Lecchi. Nel che io debbo avvertire lui, che non conviene troncare i periodi, e dissimulare ciò, che principalmente giustifica la difficoltà proposta. Ho aggiunto le seguenti parole, *e massimamente nel paragone che si fa fra le sezioni di Reno, Savena, e Idice, senza aver riguardo al rapporto dell' altezza colla larghezza;* il quale rapporto viene determinato dalla natura, e non è in mano nostra il cangiarlo, e adattarlo alle circostanze a noi favorevoli. Debbo in oltre avvertirlo, posto ancora che fosse da trascurarsi il detto rapporto, che sarebbe opportuna la sua difesa, quando si trattasse del solo confronto di Reno, e il Benedettino; ma perchè il padre Lecchi nel suo calcolo unisce i piedi quadrati delle sezioni di Reno, della Savena, e dell' Idice, e senza aver riguardo alle diverse velocità, procede con metodo affatto nuovo, implicato, ed oscuro, era pur necessario il mostrare, che in parte procedeva l' oscurità, e l' incoerenza del discorso, dal non aver egli misurato il valore di una sezione col dovuto riguardo alle velocità corrispondenti a ciascun' altezza. Per altro io non riprenderò mai che si adoperi un metodo, benchè fallace, quando torna in isvantaggio del calcolatore. Posso ben dire con verità, che nel caso nostro era inutile il prevalersene, per essere inutile il trattare la questione della semplice capacità, consistendo il dubbio nella sola larghezza, che non si crede proporzionata al fiume, onde sarebbero esposti gli argini ad una continua, e generale corrosione.

4. Il signor Mariscotti, che ha preso a difendere il padre Lecchi, non so come bene soddisfaccia al suo impegno. Studia egli con artificj di stravolgere i sensi per trovare errori nelle mie proposizioni, e poi abbandona il suo Confederatore, ove maggiore sarebbe il bisogno

di sostenerlo. Se volea difendere il padre Lecchi, dovea sopra tutto riflettere, che ogni sforzo d' ingegno era vano, se non dimostrava essere i principj, da' quali furono dedotti gli argomenti a favore della sufficiente capacità del Cavo, conforme alla ragione, ed all' esperienza, e non erronei, e falsi come ho fatto vedere nella mia Scrittura. Dovea egli persuadere il lettore, essere altre volte trascorsa nel Cavo un'intera portata di Reno, come vuole il padre Lecchi. Dovea liberare da ogni sospetto di errore quel calcolo che diminuisce la sezione di Reno dopo l' ingresso della Savena, e poi l' accresce per l' aggiunta dell' Idice. Nè varrebbe il dire, che queste vicende talvolta si osservano ne' fiumi, imperocchè sono esse un effetto delle irregolarità procedenti la maggior parte da cagioni a noi ignote, e non introdotte nel calcolo, alle quali per conseguenza non può essere soggetto il calcolo. Dovea sopra tutto ribattere le mie opposizioni contro la prima, e la quarta Memoria, alle quali niuno fin' ora ha dato risposta, e mostrare come una Savenella larga ragguagliatamente in sommità piedi 20, e profonda piedi 6 sia sufficiente, perchè il fiume debba poi da se compiere tutta intiera la escavazione. Dovea procurare di rendere in qualche modo ragionevole la fiducia del padre Lecchi, dichiarata nella sua quarta Memoria che debba il Benedettino, e con esso l' Idice profondarsi oltre i piedi 15, e mantenersi in quello stato anche dopo il concorso delle torbide di Reno, e degl' altri torrenti. Se tace il sig. Mariscotti, e dissimula i punti principali della controversia insorta fra noi, avrò io maggior obbligo al silenzio suo, che non ha il padre Lecchi alla sua difesa.

5. Tralascierò altre frivole opposizioni, come sono quelle (§. 7. 11.) di avere io citato il solo Michelotti, e le diligenti esperienze da lui fatte in Torino, comecchè avessi potuto citare altri classici Autori, che hanno detto lo stesso per contestare, che la scala della parabola sia da anteporsi alla triangolare: di avere citato Gabriello Manfredi per autenticare le proporzioni da me adottate tra le portate di Reno, Savena, e Idice. Avrebbe egli voluto, che io mi fossi servito dei numeri da lui esibiti, dopo le osservazioni, e l' esperienze esattissime dell' ultima visita. Confessa poi non esservi divario da tenerne conto tra i suoi numeri, e quelli del Manfredi. Dunque se si può negligere quel divario, qual bisogno vi era di citar lui, e non piuttosto valersi di un nome più illustre? Se egli ha smania d' essere citato, come autore, stia di buon animo, che se in avvenire verrà a qualunque il capriccio di sostenere, che un fiume non debba dilatarsi dopo il concorso di molti influenti, altra autorità non potrà addurre, che quella del sig. Mariscotti, e del padre Lecchi. Neppure era duopo ad effetto di stabilire con precisione, e sicurezza maggiore le proporzioni fra le portate de' fiumi, ricorrere ai dati

dell' ultima visita, bastando per questi calcoli, che sia cognita una sezione del fiume, quanto si può mai ristretta. Sì fatta sezione era nota al Manfredi egualmente, che a lui. Non ignorava il Manfredi la sezione Piombini osservata l'anno 1720, che ora il padre Lecchi, e il sig. Mariscotti danno per modello della capacità di Reno, e l'antepongono a qualunque sezione osservata nell' ultima visita, nel che dimostrano di non avere difficoltà di allontanarsi qualche volta dai dati di questa celebre visita, quando loro torna a conto di farlo. Che poi il Manfredi abbia, o non abbia trascurata la velocità superficiale, a me non cale di accennarlo. Debbo supporre, che il Manfredi abbia tenuto il metodo da lui creduto più atto a raccogliere le dette proporzioni, e quando mai avesse fatto errore nella scelta del metodo, dacchè sarebbe disprezzabile il divario per l' uno, e per l' altro modo di calcolare, che importa cercare se il Manfredi abbia, o non abbia negletta la velocità superficiale. Vorrebbe il signor Mariscotti trovare ne' miei supposti qualche contradizione, la quale infine rimane tutta nella sua immaginazione. Ove si tratta di differenze incapi di alterare sensibilmente le misure inservienti alla pratica, ogni scrupolo di esattezza si rende superfluo. In fatti, avendo io supposta tra le portate de' fiumi quella porzione, che il signor Mariscotti, avuto riguardo alle velocità superficiale, deduce, ed esibisce nel foglio IV. di 52. per Reno, 9 per Savena, e 15 per Idice, risulta la distanza fra le golene in sommità rispetto alla sezione di Bagnetto, dilatata per il concorso de' predetti torrenti una differenza di mezzo piede, per cui riesce detta distanza minore di quella, che fu da me calcolata coi numeri di Gabriello Manfredi. È degno di essere notato, che il signor Mariscotti oltremodo geloso della preferenza, che meritano le misure, e i dati esattissimi dell' ultima Visita, volendo instituire il calcolo colla velocità superficiale, prende a indovinarla rispetto alla Savena, e all' Idice, non essendo state fatte osservazioni sul corso di questi fiumi; onde per questa licenza si rende sempre più manifesta l' ingiustizia della pretensione, che debbano i numeri da lui esibiti anteporsi a quelli di Gabriello Manfredi, seppure non presume egli d' essere migliore indovino, che il Manfredi non era eccellente idrostatico.

6. Passando all' altra questione, che riguarda l' abilità contrastata degl' argini a tenere incassate le acque correnti, dirò in primo luogo, che non mi aspettava dal signor Mariscotti un' opposizione così risoluta, e un impegno così dichiarato, dopo di aver egli protestato di rimanere incerto, e dubbioso. Questa incertezza egli è vero non ha che fare colla questione; pure essendo stato detto, che la passione, e lo spirito di partito ci abbia accecati a segno, di travedere cotale incertezza nel sig. Mariscotti, mi convien dichiarare qual sia

stato il fondamento della nostra credenza, e scrivere qui sotto le parole stesse del parere dato da lui in un foglio scritto di mano propria a Monsignor Commissario, dopo l' esame richiesto della capacità del Cavo: *Se poi data quest' area o quest' ampiezza, o questo vuoto alla sezione del Benedettino, rimangan poscia, o possan rimanere le golene, e gli argini di lui solidi, e resistenti abbastanza a frenare l' impeto delle acque, ed a contenerle, nulla pronuncia* (il Mariscotti) *su questo particolare, ma si rimette alla più lunga, ed esercitata pratica* ec. Chi sarà mai che non riconosca da queste parole l' incertezza di chi le ha scritte? il quale se fosse stato persuaso, come oggi pare, della sussistenza degl' argini, perchè avrebbe avuta difficoltà di renderlo palese a chi con autorità conferitagli dal Sovrano l' interrogava del suo parere. Nò mi si dica, che niuno potrebbe fare sigurtà della sussistenza di un' argine, sebbene fosse l' alveo tanto largo, quanto richiede il bisogno, e fosse munito d' ampie golene, poichè non si trattava allora di qualunque pericolo. Si trattava di quel solo pericolo, che proviene dalle acque tenute ristrette a norma delle dimensioni date al Benedettino. Ma di questo abbastanza; vengo ora agl' argomenti addotti contro la mia scrittura.

7. Avendo io detto (Rifles. sop. ec. §. 23.) *Già tutti convengono, che debba col tempo allargarsi qualunque alveo, che riceva nuovo influente, finchè si adatti a quella forma, che la natura richiede*, interpetra il signor Mariscotti, che io intenda di parlare non solo di qualunque alveo proporzionato all' esigenza del fiume recipiente, ma ancora di un alveo, che fosse maggiore del bisogno, secondo qualunque proporzione. Dopo di avere a questo modo interpetrato le mie parole, non gli era poi difficile trovare Autori, i quali parlando delle irregolarità, che si osservano nei fiumi, abbiano notato darsi talvolta il caso che si restringa la sezione di un recipiente sotto lo sbocco dell' influente; onde ha potuto con molto coraggio farmi il seguente rimprovero. Debbo (§. 17.) *confessare ingenuamente la mia sorpresa, come mai sieno sfuggite dalla erudita penna che tutti convengono, che debba col tempo allargarsi qualunque alveo, che riceva nuovo influente... conciossiacosachè gli uomini più illuminati... sono di contrario parere, ed han tenuto, e tengono che possa succedere talvolta raccogliersi un fiume da un altro, senza però che questo soggiaccia a doversi dilatare*. Prego chiunque non riscaldato da partito a leggere la mia scrittura, e vedrà, che da principio suppongo un corso d' acqua regolare, che da se siasi formata quella cavità, o alveo che gli abbisogna, e ho detto poi che questa cavità dovrà dilatarsi crescendo la copia delle acque; e che non basterebbe procurare uno spazio maggiore alzando le ripe, o gli argini. Legga l' Oppositore il (§. 23.), in cui dichiaro l' opinione comune degl' Idrostatici

sulla necessità di ampliarsi un alveo per acqua aggiunta, e vedrà, che ciò viene asserito in occasione di parlare delle tre sezioni le più ristrette di Reno; e che tutto il discorso si fa sopra la cavità inferiore dell'alveo, che per molte ragioni si dee supporre proporzionata al corpo d'acqua del fiume, e di cui si cerca l'ampliazione dopo il concorso della Savena, e dell'Idice. Che serve qui contrastare sulla capacità di un alveo ampio, e spazioso, che possa contenere un fiume maggiore? Finchè il signor Mariscotti non prova essere le tre sezioni da me scelte soprabbondanti, a segno di potere comodamente dar ricetto alla Savena, e all'Idice, reggerà tutto il mio discorso, e i fatti ch'egli adduce, e i passi degli Autori, che hanno parlato nel supposto d'alvei soprabbondanti, non proveranno mai che il Benedettino sia capace di contenere le acque de' tre fiumi uniti. Se poi il signor Mariscotti vorrà intendere il sentimento de' migliori Autori, legga le testimonianze da me addotte in fine del Cap. 1, e vedrà che tutti accordano, che un alveo generalmente parlando debba dilatarsi per acqua, che al recipiente si aggiunga. Quanto sono questi artifizj indecenti alla gravità di uno scrittore, altrettanto recano di pregiudizio agl'affari. Sono utili le controversie, quando si prende di mira ciò, che ne è il principale soggetto, ed è diretto il discorso a scoprire il vero; ma riescono inette, e puerili, se per occupare in qualche modo l'Avversario, si declina dal soggetto, e si contrasta sulla mancanza di una parola, comecchè da tutto il discorso si comprenda di leggieri quale sia il sentimento di chi ha scritto. M'aspetto che s'abbiano ancora ad instituire questioni grammaticali. Avrei dovuto dire nel luogo della mia Scrittura citato dal mio Oppositore, che un alveo *proporzionato alla portata del fiume*, si dilaterà per il congiungimento d'altri influenti, e ho detto soltanto che un alveo si dilaterà, perchè ho creduto superfluo accennare quella condizione, come sarebbe stato superfluo l'aggiungere si dilaterà, purchè le sponde non siano di marmo, o di diaspro. Il mio Oppositore colla sua dotta, ed erudita Scrittura, avrà in fine ottenuto, che io gli conceda doversi aggiungere nel luogo citato le parole *proporzionate al fiume*, e fornito di sponde corrosibili; ma nulla ottiene per la sussistenza degl'argini, che è il punto principale della questione; di che dovrebbe oggimai persuadersi, ch'era per lui partito migliore il perseverare nella sua incertezza, che dichiararmi guerra per la mancanza di una parola, che niuno fuori di lui crederà abbisognare a rendere chiaro, e palese il sentimento mio.

8. Un argomento, di cui fa gran conto l'Oppositore (§. 19, e seg.) è fondato sulle misure delle larghezze del Po prese l'anno 1719, e 1720, per le quali non ha difficoltà di supporre un successivo

restringimento nell' alveo di quel fiume. *Dopo avere ricevuti* (sono sue parole) *il Po tutti que' grandi fiumi, che dianzi abbiamo numerati, ci avremo in larghezze più tosto minori, che maggiori di prima, come il fatto dimostra*. Si citano tutti quelli, che intervennero alla visita, de' quali l' autorità comecchè vaglia moltissimo presso di me, non basta però a salvare l' abuso che si fa di tali osservazioni. Lascio ora da parte che fosse necessario avere le minime sezioni tra influente, e influente, neppure domanderò quale fosse la figura di ciascuna sezione, dipendendo principalmente la capacità di essa dall' alveo interiore. Domando soltanto, se le larghezze misurate sul pelo d' acqua corrente, sieno state prese in un medesimo stato del fiume. Questa avvertenza era sopra tutto necessaria, ed è gran meraviglia, che un Idrostatico intento a cercar prove di fatto sul corso del Po, non abbia fatto riflessione alcuna sopra gli stati diversi del fiume. Eustachio Manfredi non ha tralasciato di notare giorno per giorno le alterazioni del pelo corrente, acciocchè non mancassero le opportune notizie a chi volesse far uso di quelle osservazioni. Sono registrate le mutazioni del pelo del Po, notate per viaggio dal 30 Novembre 1719, nel quale si fecero i primi scandagli sul fondo presso allo sbocco del Ticino, fino al 22 Febbraio, nel qual giorno fu scandagliato il fondo a Lagoscuro; onde apparisce che dai 30 Novembre ai 22 Febbraio il Po si era abbassato piedi 9, once 8. Volendosi fare un confronto della larghezza del Po presso il Ticino colla larghezza a Lagoscuro, essendo state prese le misure a fior d' acqua, converrebbe prima ridurre il fiume al medesimo pelo corrente, o coll' aggiungere piedi 9, once 8 all' altezza dell' acqua sopra il fondo a Lagoscuro, o col sottrarli presso lo sbocco del Ticino, e quindi calcolare qual sarebbe l' aumento, o il decremento della larghezza. Lo stesso dicasi per le larghezze intermedie avuto riguardo alle rispettive mutazioni del pelo. Un tanto abbassamento, o alzamento può produrre nella larghezza un divario considerabile. Essendo l' acqua bassa, emerge la ripa con poca, e talvolta con insensibile inclinazione, per cui la differenza di pochi piedi nell' altezza, può produrre un' espansione di molte pertiche; ed ove fosse una spiaggia, o alluvione, un piede solo di meno, potrebbe rendere tutto quel fondo scoperto, e diminuire smisuratamente la larghezza dell' alveo, misurata sul pelo d' acqua corrente. Non intendo con questo mio discorso, che a norma delle mutazioni descritte dal Manfredi s' abbia a supporre il pelo d' acqua sotto lo sbocco del Ticino appunto più basso piedi 9, once 8. per ridurlo a quello stato, in cui trovavasi al tempo che furono fatte le osservazioni a Lagoscuro, dipendendo il divario dalle circostanze degl' influenti intermedj. Intendo bensì di avvertire, che per alcune combinazioni di pienezza, o di magrezza

degl' influenti, come potrebbe il divario essere stato minore di piedi 9, once 8, così potrebbe essere stato maggiore. È ignoto il più, ed il meno, ma è certo che il Po era più magro al tempo delle ultime osservazioni, e le ultime larghezze osservate minori del giusto rispetto al pelo corrente su cui furono prese le prime misure, onde non può dedursi dal solo confronto delle larghezze a fior d' acqua un successivo restringimento nell' alveo, quand' anche si conceda la pretesa diminuzione delle larghezze registrate nel libro sopra accennato. La stranezza di tale induzione, può dirsi simile a quella di un viaggiatore, il quale passando per Bologna nel mese di Agosto, e arrivando a Napoli in Decembre, assicurasse sulla propria esperienza, che il freddo si fa sentire maggiore a Napoli, che a Bologna. Per fare in altro modo comprendere quanto sieno vani, ed inetti tali confronti, fingiamo che il fiume recipiente fosse temporaneo, e fosse mancata l' acqua, allorquando fu fatta l' ultima osservazione. Per questo successo, quale sarebbe stato il restringimento dell' alveo dedotto dalle larghezze del pelo d' acqua? Ognun vede, che argomentandosi nello stesso modo, si direbbe che un fiume svanisce, e s' annichila per il concorso di molti influenti. La semplice pratica, e la pura osservazione, conduce spesso in errore, se non viene assistita dalla teorica, o sia dalla ragione.

9. Vuole l' oppositore (§. 22.) prevenire una difficoltà da lui dichiarata nel seguente modo: *Dicesi, che se un fiume potesse entrare in un altro senza fargli variare la misura, ogni piccolo rivo, potrebbe essere capace di tutti i fiumi del mondo*. Si affatica per risolvere questa, che egli chiama grossolana, e popolare opposizione, e propone la ricerca del minimo alzamento, che dee seguire in un fiume per l' aggiunta, che facciasi di una costante quantità d' acqua, del qual minimo parleremo in appresso; e intanto non debbo omettere, che il signor Mariscotti confessa che *dallo stato in fuori del minimo accrescimento le stesse sperienze del Gennetè, dimostrano sensibilmente l' accrescimento*. Aggiunge poi *con qual razza di raziocinio si tiri, che ogni piccolo rivo può essere capace di tutti i fiumi del mondo?* Chi vuole sapere la *razza di quel raziocinio*, potrà scoprirla nel preteso ristringimento del Po contrario alle dottrine stesse del Gennetè. Imperocchè supponendo che il Ticino, o altro influente aggiunto al Po, faccia il minimo alzamento, dovrebbero gli altri fiumi come la Trebbia, l' Adda, il Taro, la Parma, l' Enza, l' Ollio, il Mincio, la Secchia, il Panaro produrre alzamento sensibile, ed insieme dilatazione dell' alveo; e perchè vuole l' Oppositore sostenere, che per tutti questi influenti si vada restringendo l' alveo, bisogna rinunciare alle dottrine del Gennetè, il quale stabilisce il minimo per uno stato unico, e solo del fiume, concede negli altri stati un alzamento

sensibile; onde torna bene la conseguenza dell' argomento grossolano, e popolare, che un rivo sarebbe capace d' accogliere tutti i fiumi del mondo; il quale argomento se non vale contro il Gennete, vale però moltissimo a dimostrare assurda la massima del signor Mariscotti, dedotta dalle osservazioni del Po, che per qualunque influente, che al recipiente si unisca, debba non pure conservarsi, ma diminuirsi la larghezza dell' alveo.

10. Veniamo ora alla ricerca del minimo alzamento, che farebbe una certa e costante quantità d' acqua aggiunta ad un fiume ne' diversi stati di sua pienezza, e magrezza. Dice il signor Mariscotti essere maggiore l' alzamento, se è magro il fiume, e minore se è gonfio, e che il massimo si ha quando il fiume è senz' acqua, restando solo da determinare lo stato del fiume, che soffre il minimo alzamento. Confesso il vero, che io non comprendo come qui possa aver luogo la ricerca del minimo. Non può ignorare l' Oppositore, che in una serie di quantità decrescenti s' incontri il minimo colà dove le quantità tornano di nuovo a crescere, e questa legge non vale soltanto nelle idee astratte, e geometriche, ma ancora negl' effetti naturali, giacchè la natura non opera mai per salto. Ciò posto concedendo il sig. Mariscotti, che da principio sieno maggiori gl' incrementi d' altezza per l' aggiunta di una costante quantità d' acqua, e che poi si arrivi ad un incremento minimo, dovrà concedere, che dopo tale stato del fiume, tornino gl' incrementi a farsi maggiori. Leggansi tutti gli Autori, che hanno trattato delle acque correnti, il Castelli, il Cassini, il Guglielmini, il Manfredi, e ci diranno tutti concordemente, che quanto è maggiore l' acqua del fiume, tanto è minore l' incremento, che cagiona nell' altezza la stessa quantità d' acqua aggiunta. Secondo questo principio, parlando essi della immissione del Reno nel Po, dichiaravano senza alcuna riserva, che essendo il Po basso, avrebbe potuto il Reno alzare il pelo corrente di alcuni piedi; e per lo contrario sostenevano che nelle massime escrescenze sarebbe stato l' alzamento di poche once. Neppure io comprendo quale mai possa essere il metodo da tenersi per questa ricerca del minimo, di cui il signor Mariscotti con molta fidanza si fa debitore; imperocchè, se intende di cercarlo geometricamente servendosi della scala o parabolica, o triangolare, è certo che nol troverà mai, perchè del continuo diminuendosi l' alzamento, divien nullo, solo quando abbia ottenuto il fiume un' altezza infinita. Se poi intende di cercare il luogo del minimo fisicamente, e di dedurlo dalle sperienze, la promessa fatta di sciorre il problema, non è appoggiata che ad una sperienza, cui per ora si mostra contraria la ragione; senza che sarebbe poi difficile effettuare le sperienze in maniera, che s' adattassero alle circostanze in cui siamo, e rendessero chiaro, e

palese qual fosse per essere l'evento nel Benedettino dopo il concorso del Reno, della Savena, e dell'Idice. Concediamo pur anche che ci abbia ad essere un minimo negl'incrementi d'altezza, finchè sarà ignoto lo stato del fiume, che soffre il minimo, niuno potrà con franchezza asserire, siccome fatto hanno gli Oppositori, che la Savena, e l'Idice troveranno appunto il Reno in quello stato, che per acqua accresciuta non abbisogni di dilatare la sua sezione.

11. La opposizione più rilevante, e che ferisce adirittura il metodo del mio calcolo riguarda la similitudine delle sezioni. Lasciamo per ora da parte, che non debba attendersi come legge della natura la proporzione indicata dal Guglielmini tra le altezze del Po, e del Reno, rimettendomi sopra ciò a quanto ho detto nella precedente scrittura; e vediamo soltanto, se ammessa quella proporzione come legge della natura, regga il rimanente del mio discorso, che mi ha indotto a riguardare come figure simili quelle sezioni, nelle quali trovasi la predetta analogia, o sia la stessa proporzione fra le altezze, e le larghezze. Mi corregge l'Oppositore, e m'insegna, che non basta quella analogia a provare la similitudine di due sezioni coll'esempio di un triangolo, la cui base, e altezza può avere la stessa proporzione della base, e dell'altezza di un rettangolo, avvegnachè le figure siano fra loro dissimili. L'errore in vero sarebbe assai grossolano, e da non perdonarsi neppure ad uno scolaretto appena iniziato nello studio della geometria. Ho commesso, il confesso un errore, ma non quello, di cui sono arguito, bensì di avere omesso per troppo amore della brevità alcune riflessioni, che io non giudicai necessarie, come quelle, che sono per se stesse tanto facili, e aderenti al soggetto, che non avrei creduto che potessero sottrarsi dalla vista, e perspicacia di un Professore di matematica. Per non confondere i termini dell'opposizione, mi conviene avvertire, che il sig. Mariscotti parlando della larghezza di una sezione, ora suppone una larghezza ragguagliata, ora quella larghezza che viene misurata sul pelo della piena. Risponderò prima nel supposto della larghezza ragguagliata premettendo ciò, che egli asserisce (§. 8.) *I dati che per questo calcolo sono necessarj si riducono, secondo la pratica più comune, e spedita a due misure, cioè a quella della larghezza, e dell'altezza ragguagliatamente prese. Il farlo con più misure sulla vera figura della sezione, non può portare se non pochissimo divario*. Dal che si comprende, che il signor Mariscotti non crede che pregiudichi all'esattezza del calcolo, ove si pretenda di definire le portate de' fiumi, il ridurre la sezione a rettangolo prendendo tanto l'altezza, che la larghezza ragguagliata della sezione. Fatta una tal riduzione egli è certo, che ogni conseguenza riconosce il suo principio dalla figura rettangola, appunto come se la sezione fosse

realmente un rettangolo. Ciò posto, se avendo alcuno per le mani due sezioni di due diversi fiumi dotate di due larghezze ragguagliate proporzionali alle altezze parimente ragguagliate, perchè non dovrà egli averle per simili, deducendone ciò che è proprio delle figure simili, dacchè sono sempre simili i rettangoli, le cui basi sieno proporzionali alle altezze? O il signor Mariscotti si è dimenticata questa proprietà de' rettangoli, o si è dimenticata la pratica comune degl' Idrostatici, di ridurre le sezioni alla figura rettangolare, poichè senza l' una, o l' altra dimenticanza, non avrebbe fatta cotale opposizione, ne avrebbe col descrivere a parte un triangolo, e un rettangolo insegnato, che può l' altezza, e la larghezza ragguagliata dell' uno essere proporzionale all' altezza, e alla larghezza ragguagliata dell' altro, quantunque sieno dissimili le figure. Quale idrostatico troverassi mai, che volendo fare il confronto di due fiumi, abbia convertita in triangolo la sezione dell' uno, e convertita in rettangolo quella dell' altro. Se piace al signor Mariscotti di riguardare come rettangolare la sezione di un fiume, dovrà piacergli ancora la sezione rettangola per l' altro, affine di rendere coll' uniformità del metodo più prossima al vero la proporzione, che si cerca fra le portate de' fiumi; e perchè si tratta di due rettangoli, basterà conoscere, che passa la stessa proporzione fra l' altezza, e la base per conchiudere che sieno figure simili.

12. Passiamo ora all' altro supposto di una larghezza misurata sul pelo della piena, e vediamo se possono fisicamente aversi per simili due sezioni, ove trovisi la stessa proporzione fra le altezze, e le larghezze misurate sul pelo della piena. Consideriamo primieramente le cose in astratto, e proponiamoci come problema, di cercare la figura di una cavità escavata dalla sola forza dell' acqua, e ridotta a quella forma, in cui trovasi infine stabilito un perfetto equilibrio tra l' azione dell' acqua corrente, e la resistenza delle ripe, e del fondo. Un tale problema verosimilmente ci condurrebbe all' equazione di una curva trascendente; ma qual ne fosse l' equazione, è certo, che ritenendo i medesimi dati, e variando il solo dato della quantità dell' acqua, rimarrebbe la stessa equazione, e si avrebbe per un fiume tanto grande, che piccolo una curva della stessa natura, e ciò bastar dovrebbe, perchè in questa difficile materia, ove sarebbe superflua ogni scrupolosa diligenza, fossero riguardate come figure simili due sezioni, le cui larghezze avessero la stessa proporzione alle altezze. E perchè questo mio discorso parer potrebbe troppo teorico, e speculativo, sono pronto ad accostarmi più da vicino alla pratica, proponendomi una curva facile da costruirsi, ad effetto d' indicare con essa la cavità interiore di un alveo, la cui sezione sia regolare. Non avendo fin' ora gl' Idrostatici, e con essi il signor Mariscotti, avuta

difficoltà di ridurre ogni sezione alla forma di rettangolo, fatto dall' altezza ragguagliata della piena, nella metà della somma delle larghezze del pelo basso, e del pelo alto, non dovranno ripugnare che si rappresenti l'area di una sezione per qualche curva, che prossimamente si adatti al perimetro della sezione. Fingiamo descritta in un foglio qualche sezione regolare a norma delle misure attualmente prese; e per togliere qualunque equivocazione, serva la stessa scala per le altezze, e per le larghezze. Sia condotta la linea della piena, che sarà corda della curva, che circonseriva la sezione, e dal mezzo di essa sia condotta una perpendicolare fin al fondo, che sarà saetta della curva. Per tal costruzione avremo dati tre punti, cioè i due punti estremi della corda, e il punto ove termina la saetta colla curva. Per essi sia descritto o un arco di circolo, o di parabola, o di ellisse, o d' iperbola di qual ordine si voglia, purchè la curva abbia due rami simili, ed eguali di qua, e di là dalla saetta, e vedrà il signor Mariscotti, che ogni curva, cui piaccia di scegliere, sarà molto più atta, e accomodata di un rettangolo, non solo a raccogliere tutto lo spazio compreso nella sezione, ma ancora a lasciare intatto l' ordine delle velocità, che competono a ciascuna linea verticale. Ciò posto se accaderà, che in due sezioni sieno le corde proporzionali alle saette, purchè s' intenda descritta per l' una, e per l' altra sezione, o un arco di circolo, o di parabola, saranno simili le figure, e prossimamente saranno simili nel caso nostro, se gli archi fossero d' ellisse, o d' iperbola, quando però di queste i parametri non avessero fra di loro la stessa proporzione delle corde, o delle saette, perchè avendo la stessa proporzione, sarebbe allora geometrica la similitudine. Posto dunque che le sezioni sieno regolari, quali sogliono essere ove il fiume scorre entro una cavità senza spandimento sulle golene, ed ove cammina quasi retto, basta la sola notizia della stessa proporzione tra l' altezza, e la larghezza, a conchiudere che siano fisicamente simili le sezioni. Parmi di aver detto abbastanza, e più ancora, che non bisogna per convincere il signor Mariscotti, che il metodo da me adoperato non comprende l'errore da lui supposto, e che niente era meno a proposito, quanto il pretendere nelle cose fisiche quella perfetta similitudine, a cui mira un geometra nelle astratte idee della estensione.

13. Non si ferma qui il signor Mariscotti, e argomentando sottilmente coll' aiuto di un calcolo analitico, vuole dimostrare la falsità del mio teorema, e l' abuso che io n' ho fatto. Procurerò di risparmiare al lettore la noia di un calcolo, e nello stesso tempo di mettere l' opposizione in tutto il suo lume. E prima mi conviene richiamare alla memoria, che furono da me scelte tre sezioni le più ristrette di Reno, e che rispetto a ciascuna, cercai quella sezione simile, per

cui scorrere potesse Reno unito alla Savena, e all' Idice, colla legge delle velocità in ragione dimezzata delle altezze. Supposi costantemente la proporzione di 2 a 3 tra la portata di Reno solitario, e di Reno unito agl' altri due torrenti. Il signor Mariscotti trova un assurdo in questi supposti; imperocchè, dice egli (§. 28.), se faremo il calcolo della portata di Reno per ciascuna delle tre sezioni, adoperando nello stesso modo la parabola per iscala delle velocità, non troveremo infine la stessa misura a cagione dell' incertezza del metodo, e però saranno diversi i rapporti fra le acque di Reno, della Savena, e dell' Idice dedotti da ciascuna sezione; dal che ne inferisce, che volendo noi far uso di tutte tre le sezioni, convenga prima stabilire quel rapporto fra le portate de' fiumi, che risulta da ciascuna sezione per valersene nel calcolo, con cui si cerca l' ingrandimento di ciascuna sezione dopo introdottavi la Savena, e l' Idice. Questa è una sottigliezza, per cui maggiore sarebbe la perdita del guadagno, se si riguarda l' altezza del metodo. Certa cosa è, che instituito il calcolo per ciascuna sezione, se le portate del fiume si troveranno diverse, converrà dire che al tempo della massima piena non sia trascorsa la stessa quantità d' acqua per ciascuna sezione, o che a ciascuna non sia applicabile la stessa legge di velocità. Non può dubitarsi che l' acqua non sia la stessa che influisce per tutte le sezioni del fiume, dunque se ne dovrà raccogliere per conseguenza certa, che la legge delle velocità non sia applicabile nello stesso modo a ciascuna sezione, ma che venga alterata o dalle diverse resistenze, o da altre cagioni non conosciute. Non potendosi conciliare gli elementi del calcolo, vorrebbe il signor Mariscotti, che il calcolatore si prendesse tutto l' arbitrio sopra quello che è certo, e sicuro, per sostenere l' altro elemento, che sappiamo di certo non essere in tutto rigore conforme alla pratica della natura.

14. Forse replicherà, che avvegnacchè sia certo, e manifesto, che in uno stato di permanenza del fiume passa per ciascuna sezione la stessa quantità d' acqua, pure questa quantità non essendo precisamente conosciuta, e determinata, potrà qualche poco diminuirsi, o aumentarsi ad arbitrio del calcolatore, e a norma de' risultati, che si hanno per i calcoli instituiti sopra diverse sezioni. Al che rispondo, che conviene prima stabilire questo elemento, e dedurlo non da molte sezioni, ma da quella che si crede più atta a scoprire la giusta misura della portata del fiume. Per questo calcolo si dee ricorrere alla sezione più ristretta, poco importando se sia, o non sia stabilita, purchè l' acqua scorra raccolta entro un Cavo, per cui meno che altrove resti alterata la legge della velocità. Così fece Eustachio Manfredi, il quale determinò la portata di Reno dalla sola sezione Piombini, la più ristretta di quante furono osservate nella visita del 1719,

1720. Lo stesso dovrà farsi in riguardo alla Savena, e all' Idice. Dopo queste diligenze, per le quali potremo lusingarci di riconoscere assai d' appresso al vero, se non l' assoluta quantità delle acque de' fiumi, almeno la loro proporzione, sarebbe da condannarsi l' incostanza del calcolatore, se per salvare la legge delle velocità, le quali per le resistenze diverse, o per altre cagioni, non ponno conservare lo stesso ordine in tutte le sezioni, rinunciasse al principio certo del passaggio di un corpo eguale d' acqua per ciascuna sezione. Io non ho premesso i calcoli delle portate de' fiumi, credendo che bastasse a giustificare la mia omissione, l' avvertire che io mi sono servito de' numeri di Gabriello Manfredi, di cui è abbastanza noto il sapere, e la diligenza.

15. Non sarà contento l' Oppositore, e insisterà, che avendo io supposta una legge di velocità, che non può aversi in ciascuna sezione, si rende erronea la conseguenza dedotta da tale supposizione. Certamente se io avessi preteso di difinire le ricercate misure con un metodo esatto, e preciso, la difficoltà avrebbe luogo; ma io ho voluto intraprendere un calcolo d' approssimazione, colla lusinga che non dovesse essere riprovato da quelli, che in altre simili ricerche non hanno avuto ripugnanza di servirsi d' altri metodi soggetti alle medesime difficoltà. Che hanno eglino fatto, e che fatto ha lo stesso signor Mariscotti, per calcolare la portata di un fiume? Hanno ridotta la sezione a rettangolo; hanno supposto che l'acqua si muova colla stessa velocità, tanto nel mezzo, che verso le ripe trascurando le resistenze; le quali cose tutte quanto sieno aliene dal rigore geometrico, non è d' uopo dimostrarlo a chi abbia qualche cognizione di queste materie.

16. Forse il signor Mariscotti non avrebbe prodotta questa sua opposizione, se io avessi instituito il mio calcolo sopra una sola sezione, e segnatamente sulla più ristretta, che è quella al passo di Bagnetto. Se così è, io non ho difficoltà per contentarlo di rinunciare agl' altri confronti, e di accettare quel numero esprimente la portata di Reno, che risulta dalla detta sezione, purchè poi si degni egli di riflettere, che siccome Reno ha potuto trascorrendo dal passo di Bagnetto, alla casa Piombini, farsi un passaggio da una sezione più ristretta, ad una più dilatata, lo stesso potrà succedere nel Cavo Benedettino, dopo che le acque unite avranno trascorso una sezione corrispondente a quella del passo di Bagnetto, onde non sarà inutile cercare nello stesso modo l' altra sezione corrispondente alla sezione Piombini. Ma di grazia lasciamo queste cavillazioni, che non potrebbero alterare sensibilmente le misure da me dedotte, e ripugnanti alla sufficiente capacità del Benedettino. In quanto poi al decidere se si debba far uso di una sola, o di molte sezioni di Reno nel

confronto, che si vuol fare della sua capacità con quella del cavo, parmi che si riduca la questione a vedere, se per modello di una nuova inalveazione, s' abbia a prendere la minima delle sezioni dell' alveo vecchio, tralasciando tutte le altre; oppure se convenga per buona regola di prudenza rivolgersi ad altre sezioni, per non affidare tutta la speranza del buon esito delle operazioni ad un esempio, che è unico in tutto il corso del vecchio fiume. Non chieggo già che si scelga le sezioni più ampie, e dilatate, che sono sempre un effetto dello sregolato corso delle acque. Chieggo quelle sole sezioni che sono le più regolari, e ristrette, le quali tuttocchè fra loro diverse, potrebbero essere proporzionate all' esigenza del fiume, e potrebbe nascere la differente loro grandezza dalla sola diversa tenacità del terreno.

17. Il padre Lecchi, e il signor Mariscotti, fin qui sono stati fra loro d' accordo; disconvengono ora nell' assegnare un errore da me commesso in rispetto all' altezza della piena. Il padre Lecchi mi accusa di avere per nulla tutta l' acqua, che si spande sulle golene, e di avere con ciò supposta un' altezza minore del giusto. Per lo contrario pretende il sig. Mariscotti (§. 32.) che io abbia accresciuta la quantità dell' acqua, avendo presa per l' altezza della piena l' altezza della golena più bassa, e che rimase scoperta nella piena dei 15. Novembre 1761. Assalito da queste due contrarie opposizioni, come potrò io difendermi dall' una, senza restar colpito dall' altra? Al padre Lecchi ho risposto, che avendo io diminuita la quantità dell' acqua torna l' errore a mio svantaggio. Rispondo ora al signor Mariscotti che se egli prende per un dato costante, e immutabile quell' altezza di piena, che fu osservata in Reno il dì 15. Novembre 1761, troverà che il pelo di detta piena restò sotto la golena da me presa nella prima sezione piedi 1 once 3; nella seconda piedi 1 once 4, nella terza piedi 0 once 3, la qual differenza non può molto influire nelle distanze delle golene calcolate per i tre fiumi uniti. Senza che parmi che non s' abbia a riguardar come massima l' altezza della piena succeduta a quel tempo, essendovi memoria d' altre maggiori piene, onde un professore avveduto non dovrebbe far caso, se io prendo di mira una piena maggiore di un piede in circa, non essendovi alcuna necessità di stare sulle misure di quella, che è succeduta il dì 15 Novembre 1761. Questa stessa incertezza, che s' incontra nello stabilire il limite della massima escrescenza, dovrebbe pure rendere avvertito il mio Oppositore, che non si può pretendere nei dati, che si assumano tanto per calcolare le portate dei fiumi, quanto per altri confronti, quella precisione che egli vorrebbe. Si esige un' esattezza quasi geometrica ne' metodi dell' Avversario; si ha per nulla la somiglianza fra due sezioni, perchè non è in tutto,

e per tutto conforme alla definizione d' Euclide; ma quando le misure, per quanto fossero grossolane, giovano al proprio intendimento, si confessa allora che nelle matematiche miste, dobbiamo contentarci de' calcoli per approssimazione, e di ragioni probabili; si comprova tal massima colle testimonianze degl' Autori più accreditati; si avverte ciò che a proposito disse Eustachio Manfredi, e che fuor di proposito è stato detto in altra Scrittura, che la colonna d' Antonino, e la gulia del Laterano giacerebbero ancora per terra, se prima di alzarle avessero voluto gli architetti ridurre a calcolo le resistenze, che procedono dalla pieghevolezza delle leve, dalla rigidezza de' canapi, e dal contratto degl' assi. Provi il mio Oppositore a fare i calcoli cangiando l' ordine, e i dati a piacer suo, come io ho invitato nella prima mia Scrittura, e stimolato a fare chiunque sospettasse della rettitudine de' dati da me assunti nel calcolo, e s' accorgerà che piccolissimo sarà il divario ne' risultati, e forse con suo svantaggio; e che a sostenere la capacità sufficiente del Cavo Benedettino, non bastano le correzioni da lui proposte; ma che bisogna abbandonare del tutto i calcoli, e le teorie, ed altro non esservi che quel disperato rifugio di adottare la massima, che per acqua accresciuta debba restringersi l' alveo di qualunque fiume.

Eustachio Zanotti.

RIFLESSIONI

Sopra la terza Memoria del padre Lecchi, risguardante la capacità del Cavo. Benedettino.

1. Il discorso del padre Lecchi è diretto a provare, che la capacità del Cavo Benedettino ridotto a quella forma, che viene da lui prescritta sia idonea a contenere le piene di Reno, e quella insieme di Savena, e dell' Idice. Si fanno da principio alcune riflessioni generali sopra le sezioni dei fiumi, e si dimostra, che queste sono sempre maggiori del bisogno, di maniera che il Reno, o altro fiume potrebbe scorrere per una sezione minore, di quella minima sezione che trovasi nel corso del fiume. Non può dubitarsi della verità di questa proposizione; ma perchè tutti gli effetti della natura hanno i suoi limiti, non sarà lecito per ciò inferire, che possa l' alveo di qualunque fiume ricevere qualunque nuovo influente senza punto alterarsi rimanendo ogni sezione nello stato primiero. A ciò che sono per dire, gioverà il premettere certe riflessioni generali sopra le cause che concorrono a stabilire le sezioni nei fiumi.

2. Immaginiamo che fosse escavato un canale entro terra di una larghezza assai scarsa, ma di tanta profondità, che potesse contenere un corpo d' acqua, come quello di Reno, il quale felicemente per quella via si scaricasse in mare, senza che mai potesse sormontare le ripe. Sono d' accordo gl' Idrostatici, che un fiume tale escaverebbe il fondo, se la pendenza fosse maggiore del bisogno, e se fosse minore, lo interrirebbe fin tanto che avesse ottenuta la conveniente pendenza. Lo stesso dee dirsi in riguardo alle ripe disposte anch' esse a cedere all' impeto vigoroso della corrente, come insegna il Guglielmini (Cap. V. Prop. I. Coroll. II. Natura de' fiumi). Pertanto dilatandosi l' alveo, e acquistando il filone, del fiume maggior distanza dalle ripe, rimarrebbe in fine talmente indebolito il moto dell' acqua nelle due parti estreme, che più non varrebbe a scomporre la terra, onde fattosi un perfetto equilibrio tra la forza dell' acqua, e la resistenza delle ripe, cesserebbe qualunque corrosione, e la larghezza acquistata sarebbe quella, che converrebbe al corpo d' acqua scorrente sopra un terreno di una data consistenza. Questa sezione, che chiameremo naturale al fiume, non potrebbe rimanere costante, quando un nuovo influente si unisse al supposto corpo

d' acqua, mentre resterebbe tolto l' equilibrio, ed accresciuta la velocità, per cui seguirebbe nuova corrosione, e dilatazione dell' alveo.

3. Da questo principio si rende manifesto, che il provvedimento di alzare le ripe per acquistare in un alveo naturale una capacità maggiore atta a contenere un nuovo influente sarebbe vano, quando si pretendesse di mantenere il fiume nella primiera larghezza. Imperocchè sebbene possa ottenersi un' altezza, che attesa la sola capacità compensi a ciò, che manca in larghezza, pure la forza delle acque divenuta essendo nelle parti estreme maggiore della resistenza, che fa il terreno ad essere smosso, e corroso, non concederebbe una lunga durata alle ripe, o agl' argini del fiume costituito in quello stato.

4. Vero è però che un alveo, come l' abbiamo immaginato, in cui il solo corso regolare delle acque abbia dilatata la sezione fino a quel segno, che richiede l' equilibrio della resistenza della ripa colla forza della corrente, non potrebbe lungamente mantenersi, ma a poco, a poco si allargherebbero le sezioni (nel che però sarebbe difficile assegnare un certo termine) essendo troppo frequenti le cause accidentali, che fanno declinare il fiume dalla primiera direzione. Accostandosi alcun poco il filone ad una ripa, succederà ivi qualche corrosione colla dilatazione della sezione, la quale rimarrà più larga del bisogno, non potendo aversi una causa sì pronta, che avanzi entro l' alveo la ripa opposta, da cui si scosta il filone, quanto si sarà ritirata l' altra per la corrosione. Col decorso del tempo per le frequenti vicende, che succedono ne' fiumi, sarà difficile che si trovi una sola sezione, che possa riguardarsi come provveduta di quella forma naturale, e di quella capacità, che avrebbe da principio ottenuta la sezione escavata dalla sola forza, e moto regolare della corrente.

5. Queste vicende, che supponiamo essere succedute in tutti i fiumi, che corrono fra ripe soggette ad essere corrose, dobbiamo ragionevolmente aspettarle nel Cavo Benedettino; e quantunque fosse facile lo scoprire, e stabilire quella precisa forma, e misura, che convenisse ad una sezione naturale, e adattare al puro bisogno, non so poi se fosse ben fatto contenersi in quelle misure nella costruzione di un nuovo alveo, colà dove fosse per essere moltò perniciosa qualunque accidentale dilatazione, per impedire la quale si richiedesse una continua assistenza difficile a praticarsi. Sarebbe dunque tempo perduto il fantasticare sulla minima sezione, che può convenire ad un fiume e che per le ragioni dette, non potrebbe lungamente mantenersi, e quando s' abbia ad eseguire una nuova inalveazione, il più che possa concedersi per provvedere al risparmio dell' opera, senza rinunciare affatto alla sicurezza della medesima, sarà di prendere norma dalle sezioni più ristrette, che trovansi nell' alveo vecchio. Se mai vi

fosse motivo di credere, che dove si costruisce l' alveo nuovo, la tenacità del terreno superasse di molto quella dell' alveo vecchio, forse allora sarebbe lecito prendere qualche arbitrio, essendo noto ad ognuno, che a maggiore tenacità del terreno corrisponde una minore dilatazione del fiume.

6. Premesse queste riflessioni generali sopra la sezione dei fiumi, esporrò alcuni miei dubbj sopra certe proposizioni, che il padre Lecchi stabilisce come certe, e che servono di fondamento al Piano delle operazioni da lui proposte. Si pretende, che in tempo di pioggie abbondanti entri Reno, dopo d' essersi espanso per le valli del Poggio, e di Malalbergo coll' intiera portata di una piena nel Cavo Benedettino, e se ne inferisce, che il Cavo al passo Segni, sia capace di contenere un corpo d' acqua eguale ad una piena di Reno. Se il fatto sussiste, la prova non può essere più conveniente. Parmi però che vi sia un giusto motivo di dubitare della verità del fatto, come io dimostrerò, dopo di avere premesso alcune considerazioni sopra l' influsso, e l' efflusso di un torrente in un lago.

7. Sboccando un fiume perenne in un lago provveduto d' emissario, egli è certo, che l' acqua non si alzerebbe nel lago oltre qualunque misura, perchè giunta ad un' altezza capace di spingere fuori per l' emissario tant' acqua quanta ne riceve il lago, rimarrebbe la superficie permanente, e costante, nè potrebbe alzarsi di più, nè abbassarsi, finchè perseverasse l' influsso colla stessa quantità d' acqua.

8. Questo stato di permanenza si avrà più presto, o più tardi secondo la copia d' acqua introdutta dall' influente, secondo la vastità del lago, e secondo l' ampiezza, e larghezza dell' emissario. Gli alzamenti successivi nel lago saranno da principio più rapidi, e più lenti nel fine, perchè al crescere dell' altezza, andrà sempre crescendo l' efflusso. Quel tempo che si richiede perchè l' acqua si propaghi, e si estenda dallo sbocco dell' influente sino all' emissario, sarà sempre più largo, se oltre alla maggiore distanza s' incontreranno maggiori impedimenti, del qual genere sono le canne, e l' erbe palustri, che germogliano nelle valli.

9. Costituito il Lago nello stato di permanenza cessando l' influsso, non potrà da poi farsi più copioso l' efflusso, che anzi dovrebbe seguire, parlando in tutto rigore, una pronta diminuzione, se le resistenze non avessero alcuna parte nel movimento delle acque.

10. Se fingiamo che cessi l' influsso prima che sia giunto il lago allo stato di massima altezza, non potrà in alcun tempo l' efflusso essere eguale all' influsso; e per gl' impedimenti che incontra l' acqua, vi vorrà più lungo tempo per scaricare il lago, o la valle, che per colmarla a quel segno.

11. Per le notizie, che ho raccolte da alcuni Periti una piena di Reno, non dura più di ott'ore, intendendo essi per piena un'abbondante escrescenza, poichè se si tenesse conto del maggior colmo della piena, e non si computasse nel seguito un corso eguale a tre quarti di piena, o ad una mezza piena, la durata che abbiamo detto di ott'ore, si ridurrebbe a un tempo molto più breve. L'escrescenza al Passo Segni, non si manifesta che due giorni dopo, proseguendo poscia nel Cavo per più giorni un corso d'acqua abbondante, che può dirsi piena rispetto alla capacità di quell'alveo.

12. Per queste circostanze, sembra affatto contrario alla ragione il supporre, che Reno giungere possa al Passo Segni con una sua intiera portata, e particolarmente con quella, che sia stata la massima in tutto il corso della piena, che come si è detto dura pochissimo tempo. In una valle, il cui pelo si alzasse a quel segno che esige lo stato di permanenza cessando la piena dell'influente, non potrebbe da poi farsi più abbondante l'efflusso, il quale anzi dovrebbe scemare in modo però, che da principio fosse insensibile il suo decremento (§. 9.) Per le osservazioni fatte dai Periti, succede nelle nostre valli un effetto tutto diverso, poichè due giorni dopo la piena di Reno comincia l'escrescenza al Passo Segni, che poi si mantiene parecchj giorni tra il crescere, e il calare. Il ritardo di due giorni, nasce principalmente dagl'impedimenti; ma qualunque ne sia la cagione, esso ci assicura che la piena di Reno cessata molto prima, non ha potuto riempiere la valle a quel segno, che richiederebbe un efflusso eguale alla portata di Reno, mancando per tale effetto tutta quell'acqua, che avrebbe introdotto l'influente, se il cessar della piena fosse stato contemporaneo al cominciamento di una egual piena nell'emissario.

13. Conviene riflettere, che dopo la piena di Reno, l'influsso non cessa mai tutto ad un tratto, seguendo a decorrere un corpo d'acqua abbondante, massimamente ne' tempi di lunghissime pioggie. Questa circostanza potrebbe essere cagione, che per qualche tempo si mantenesse costante il livello della valle, ed altresì costante l'altezza d'acqua nell'emissario. Imperocchè potrebbe essere tanta l'altezza della valle per la piena precedente, che valesse a spingere fuori per l'emissario un corpo d'acqua eguale a quello, che abbiamo detto perseverare nell'influente dopo la piena; onde verificandosi allora, che tanta acqua esce quanta ne entra, dovrebbe mantenersi costante il livello. Tanto però è lungi, che da questa costanza se ne abbia a inferire, che decorra nel Cavo una piena di Reno, che anzi abbiamo perciò un argomento, che ci conduce ad una conseguenza affatto contraria.

14. Forse si pretenderà che questi dubbj si dileguino affatto per un

caso assai raro, che pur succede, ed è succeduto dopo la costruzione del Cavo, di due, o tre piene successive nel Reno. Certamente potranno queste rendere più copioso l'egresso dell'acqua per l'emissario, pure se si considera il tempo breve che dura il maggior colmo d'ogni piena, l'intervallo di tempo che corre sempre tra l'ingresso della piena nella valle, e l'egresso della parte dell'emissario, non basteranno le due, o tre piene per indurci a cangiar sentimento. E quantunque il livello della valle soglia per qualche tempo rimanere costante, ciò niente prova (§. 13.) che l'efflusso allora sia eguale ad una piena di Reno. Poco ancora mi move l'altro argomento fondato sopra i segni indicati dai pescatori sulle mura del castello del Poggio, oltre al qual segno per deposizione loro veniamo assicurati, che non si alza mai il pelo della valle. Certi limiti si trovano in tutti gli effetti della natura. Questi non pertanto vi dovrebbono essere posto ancor che la valle per le sue circostanze, e per quelle del fiume influente non giugnesse mai a quell'altezza, che richiederebbe un efflusso eguale ad una piena.

15. Aggiungo per ultimo, che Gabriello Manfredi bene instrutto del sistema delle nostre acque, non ebbe il coraggio di supporre, che in alcun tempo in Primaro alla sezione XXIII. (Voto §. 51.) vi corresse un'intiera portata di Reno, quantunque il supporlo fosse stato vantaggioso a' suoi calcoli, ed alle conseguenze, che da essi volea egli inferire. Egli si contenne in una portata eguale ad una mezza piena di Reno, supponendo che la velocità del Primaro fosse presso a poco eguale a quella di Reno. Che se avesse avuto le notizie, che abbiamo noi dopo l'ultima visita, per cui sappiamo che la velocità del Primaro riesce molto minore di quella di Reno, forse non avrebbe avuto, nè manco il coraggio d'instituire il suo calcolo colla metà della detta piena.

16. Restringendo tutto il mio discorso, io conchiudo, che se non sussiste il fatto, che al Passo Segni si scarichi una intera portata di Reno, non può dirsi con questo argomento dimostrata la capacità del Cavo, e la sola ragione, che un corpo d'acqua che passa per una sezione di una certa misura, può talvolta scorrere comodamente per una sezione minore, non vale a persuadere, che la sezione al Passo Segni minore della metà delle sezioni più ristrette di Reno, sia capace di contenere una piena di Reno. Il ripiego che si prende di rendere più capace la sezione dal Passo Segni fino a Savena col rialzamento degl' argini di piedi 6, e coll'abbassamento delle golene, io nol credo efficace, nè opportuno per le ragioni addotte (§. 3.) E intanto avverto, che se il fatto fosse sicuro, cioè che dal Passo Segni sino al fiumicello scorresse talvolta un' intiera portata di Reno, l'alzamento degl' argini sarebbe inutile, e l'abbassamento delle golene,

quando però non si facesse un tal lavoro per altri motivi, perchè si temesse il rigurgito dei torrenti inferiori allorquando fossero incassate tutte le acque, il quale rigurgito però non potrebbe mai richiedere un' ampliazione della sezione maggiore del doppio. Se poi è dubbio, il fatto resta da esaminare, se a fronte di questa incertezza sulla capacità del Cavo Benedettino sia prudenza pel solo motivo di risparmio azzardare una operazione, che riuscendo infelicemente, oltre il danno farebbe a noi perdere la speranza di ottenere mai più in avvenire alcun provvedimento più d' una volta tentato inutilmente.

17. La capacità del Cavo Benedettino non solo si crede atta a contenere le piene di Reno, ma quelle ancora di Savena, e dell' Idice. Si adducono diverse ragioni, e si fanno calcoli sul fondamento di alcuni principj stabiliti come certi, sopra de' quali proporrò i miei dubbj, e le ragioni, che mi sforzano ad averli per falsi. E primieramente debbo confessare la incertezza, in cui mi lascia il metodo tenuto in tutto il ragionamento, di esprimere il valore delle sezioni, colla semplice misura de' piedi quadrati; e massimamente nel paragone che si fa tra le sezioni di Reno, Savena, e Idice senza avere riguardo al rapporto dell' altezza colla larghezza, e senza riferire il corso dell' acqua alle diverse velocità corrispondenti, a' diversi punti della stessa linea verticale. Con un esempio renderò più chiara questa mia difficoltà. Sieno due canali d' acqua con sezioni rettangolari. Nel primo sia la base, o fondo di una pertica, e l' altezza di quattro; e nel secondo sia la base di quattro, e l' altezza di una pertica. Queste sezioni sono uguali, ed espresse in piedi quadrati, risulta tanto l' una, che l' altra di piedi 400; eppure gl' Idrostatici si accorderanno nel dire, che maggiore debba essere il flusso d' acqua per la prima, che per la seconda sezione, posto che le pendenze de' canali sieno presso a poco eguali. In fatti, se per iscala delle velocità si prende una parabola col vertice nella superficie, il flusso del primo canale starà a quello dell' altro come 2 : 1, e se la scala fosse un triangolo, la proporzione sarebbe di 4 : 1.

18. Il calcolo sopra la sezione conveniente a Reno unito alla Savena, è fondato su questo principio, che gli accrescimenti delle velocità, quando non vi fossero le resistenze, sarebbero sempre proporzionali agl' accrescimenti del corpo d' acqua. A me pare, che tolte le resistenze, sarebbero le velocità proporzionali alle cadute, secondo la legge del Galileo. La meccanica de' solidi non è in sostanza diversa da quella de' fluidi; e siccome sarebbe contrario alla ragione, ed all' esperienza il supporre, che due gravi discendendo per un piano inclinato, acquistassero velocità proporzionali alle masse, così parmi che lo stesso debba credersi in riguardo ai fluidi, ne' quali

sebbene per lo slegamento delle parti debba considerarsi l' effetto della pressione, pure potrebbe essere tanta la velocità per la caduta, che superando quella, che si avrebbe per la pressione, dovesse la pressione trascurarsi come se non vi fosse (Guglielmini della Natura de' fiumi Reg. VII. Cap. IV.)

19. Lasciando da parte le ragioni astratte, e teoriche, noi sappiamo quanto poco felicemente sieno riusciti gl' esperimenti a favore di un tal principio, che già per se stesso si mostra contrario alla ragione. Il Michelotti per tacere di molti altri nel suo libro ultimamente uscito dalle stampe in Torino, in cui rende conto di molti esatti esperimenti da lui fatti, reputa falsa la teoria del Gennetè, che in parte ammette le velocità proporzionali alle quantità delle acque. Noi pure avremo il comodo di far palese con esperienze decisive, se pur la natura osservi la legge della detta proporzione mediante il canale, che si divide da Reno alla chiusa di Casalecchio, in cui per certe osservazioni da me fatte, per altro grossolanamente, parvemi di riconoscere assai chiaramente l' insussistenza di un tal principio. Io però sono di parere, che non abbisognino ulteriori esperienze per rinunciare ad una legge, che ripugna a tante altre stabilite dalla teorica, e dalla pratica. Tolto questo principio ne' fluidi spogliati di qualunque resistenza, non potremo ne meno conchiudere, che poste le resistenze, gli accrescimenti della velocità si facciano prossimamente proporzionali agl' accrescimenti del corpo d'acqua.

20. Tanto è vero che non abbisognano esperienze per escludere nel caso nostro il detto principio, che dee bastare la manifesta contradizione, che esso induce nel calcolo fatto per definire la sezione conveniente a Reno unito alla Savena. E prima giova il riflettere, che se le velocità fossero precisamente proporzionali al corpo d'acqua, dovrebbe dopo il concorso dell' influente mantenersi nel recipiente la stessa sezione, per qualunque rapporto che avesse la quantità d' acqua del recipiente, a quella dell' influente. La proposizione è per se stessa evidente, e non ha bisogno di prova. Sarà pure evidente anche l' altra, che debba sempre crescere la sezione nel recipiente, dopo l' ingresso dell' influente, posto che l' aumento d' acqua sia maggiore dell' aumento della velocità, che che ne sia di ciò la cagione. Si pone la sezione di Reno solitario 2470, si concede per liberalità che Savena unita a Reno, non faccia crescere la velocità a proporzione dell' acqua accresciuta, eppure si trova in fine una sezione per ridur fiumi uniti 2437 minore di quella di Reno solitario. O convien dire che vi sia errore nel calcolo, o piuttosto che i principj, su' quali è fondato il calcolo, involvano qualche contradizione; nel che io sarei d' accordo, parendomi già di ravvisarla nel rapporto de' numeri esprimenti le sezioni, le velocità, le quantità dell' acqua;

imperocchè se fosse vera la legge delle quantità prossimamente proporzionali alle velocità, le sezioni di tutti i fiumi sarebbero prossimamente fra loro eguali; e perchè abbiamo supposto la sezione di Savena molto minore di quella di Reno, lo che ripugna alla detta legge, e non è poi lecito ricorrere di nuovo alla legge dopo l' unione de' fiumi. Si passa quindi all' unione dell' Idice col Reno, e comecchè si tenga lo stesso metodo nel calcolar la sezione, pure essa si trova alquanto maggiore; dal che si vede l' incertezza, e l' incostanza del metodo, di cui i risultati, dipendono principalmente dagli arbitrj, che si prendono, e che l' Autore confessa d' aver presi per far comparire maggiore la sezione.

21. Considerando io l' importanza di decidere questa questione, ed insieme quanto sieno fallaci i calcoli di questo genere, ben volontieri avrei ad altri ceduto il peso di un tale esame, se lo stesso padre Lecchi non mi avesse stimolato a farlo, e non ne avessi avuto un preciso comando da Monsig. Commissario. Per eseguire gli ordini ricevuti con ogni maggior diligenza, e per procedere con chiarezza, renderò prima ragione di tutto ciò, che servirà di fondamento al mio calcolo. Scelgo la parabola per iscala delle velocità. So che molti hanno creduto, e forse anco credono, che il triangolo meglio soddisfaccia. Mosso però dall' autorità del sopra citato Michelotti, antepongo la scala parabolica all' altra, esprimendosi egli colle seguenti parole (Esperim. Idraul. pag. 125.) *Quella* (cioè la ipotesi della velocità proporzionale all' altezza conforme la scala triangolare) *facilmente si dimostra generalmente falsa, ma in certe circostanze può avvicinarsi al vero. Questa* (cioè l' ipotesi delle velocità proporzionali alle radici delle altezze conforme alla scala parabolica) *è più conforme alla ragione, ed alle esperienze, se non che le esperienze non sempre concordano colla teoria, ma ce la mostrano solamente vicina.* Non basta però che per iscala delle velocità si prenda la parabola, ma resta da determinare, se il vertice debba porsi nella superficie, o se in un punto più alto. Per definire quest' altezza, che dicesi equivalente, converrebbe aver nota la velocità superficiale di Reno unito agli altri torrenti, lo che fin' ora è ignoto. Tuttavia potendo succedere, che il trascurare la velocità della superficie, dia un qualche compenso alla diminuzione della velocità cagionata dalla resistenza presso le ripe, ed il fondo. (Gugliel. Nat. de' fiumi Cap. IV. Reg. VIII.), ho creduto di potere aver per nulla l' altezza equivalente, senza pericolo d' incorrere nell' altrui disapprovazione; e tanto più che non si tratta ora di definire la quantità assoluta delle acque, ma dalla proporzione di esse le convenienti sezioni.

22. Ho scelto tre sezioni di Reno le più ristrette, fra quelle che furono misurate nella visita Conti. La terza di queste ha servito al

padre Lecchi come di modello per la capacità di Reno, ed è alquanto più larga delle due prime. Suppongo che le piene di Reno non sopravvanzino le golene. Questa supposizione, anzi che pregiudicare, favorisce l' idea della sufficiente capacità del Cavo Benedettino, in cui restando poco, o niuna golena, dovrebbe un maggior corpo d' acqua, che può espandersi ampiamente nell' alveo superiore di Reno fra argine, e argine maggiormente sollevarsi nel nuovo cavo, ove manca lo spazio sovrapposto alle golene (§. 3.) a pregiudizio dello stesso cavo. Un' altra ragione mi ha indotto, a tener conto solamente dello spazio rinchiuso fra le golene. Parmi in esso di riconoscere l' opera della natura, nell' adattare alla esigenza del fiume le dimensioni, o sia l' altezza, e la larghezza della sezione, e massimamente se la sezione sia stata presa ove il fiume corre per linea diritta, e v' abbia corso per lungo tempo, così che le acque abbiano potuto proporzionare alla loro forza quella cavità; lo che non può dirsi del rimanente della sezione, che resta fra il ciglio delle golene, e gli argini, i quali sono opera dell' arte, e posti a quella distanza, che agl' architetti è sembrata convenevole.

23. Ciascuna di queste sezioni comprese fra le golene, dee ampliarsi per l' aggiunta di nuove acque. Qui bisogna ricorrere alla scala delle velocità, non tanto per avere l' accrescimento in altezza della sezione, ma anche in larghezza. Già tutti convengono, che debba col tempo allargarsi qualunque alveo, che riceva nuovo influente finchè s' adatti a quella forma, che la natura richiede, onde io non debbo dispensarmi dal tener conto di questo aumento. Egli è ben difficile lo stabilire con qual proporzione debba crescere tanto l' altezza, che la larghezza, e non essendovi perciò alcuna regola mi sia conceduto che io supponga ampliarsi la sezione, per modo che la figura rimanga simile alla precedente. Non pretendo di stabilire un nuovo teorema, pretendo bensì di secondare le idee del Guglielmini, a cui piacque di avvertire, che paragonandosi due sezioni le più ristrette di due fiumi, una da lui scelta nel Po, e l' altra nel Reno, si trovano le stesse proporzioni tra le altezze, e le larghezze, cioè d' uno a venti (Guglielmini Natura de' fiumi Coroll. II. Prop. I. Cap. V.)

Non essendo concordemente stabilito il rapporto che hanno le portate di Reno, di Savena, e Idice, io mi appiglierò a que' numeri, de' quali si è servito Gabriello Manfredi (Voto §. 52.) Esprimendosi la portata di Reno = 53, sarà quella di Savena = 11, e quella dell' Idice = 15, oppure 16; dal che ognun vede, che dopo il congiungimento di Savena, e Idice con Reno, non computando il Naviglio, il quale dovrà pure unirsi a' predetti torrenti nel Cavo, l' accrescimento a Reno, sarà di un mezzo Reno, e però Reno solitario starà a Reno unito alla Savena, e all' Idice come 2 : 3. Prevalendomi delle tre

sezioni di Reno rilevate nell' ultima Visita, che si danno unite a questi fogli, cerco la sezione simile a ciascuna di esse, per cui possa scorrere un maggior corpo d' acqua conforme la data proporzione. Mi è accaduto di scoprire opportunamente un teorema generale, che rende il calcolo facile, e spedito. Posta per iscala della velocità la parabola, e poste due sezioni simili, se la quantità d' acqua, che scorre per la prima sezione si dirà $= m$, e per la seconda si dirà $= n$, ciascun lato della prima figura starà al lato omologo della seconda come $m^{\frac{2}{5}} : n^{\frac{2}{5}}$; il quale teorema vale quando anche si volessero scrupolosamente calcolare le sezioni per trapezj. Essendo nel caso nostro $m = 2$, $n = 3$, sarà prossimamente il lato di una sezione al lato omologo dell' altre come 53 : 62. Più semplice riuscirebbe la proporzione se la scala delle velocità fosse il triangolo, perchè allora essendo applicato a ciascuna linea verticale, non una parabola, ma un triangolo, si comporrebbono due solidi simili, e la ragione de' lati delle sezioni verrebbe espressa per $m^{\frac{1}{3}} : n^{\frac{1}{3}}$, cioè nel caso nostro prossimamente come 54 : 62, oppure 27 : 31. Da ciò si rende manifesto che piccolo sarebbe il divario, se in luogo della scala parabolica, si adoperasse la scala triangolare.

25. Le sezioni calcolate, come si è detto, dovranno poi adattarsi, e iscriversi ad una sezione del Cavo Benedettino, per vedere se vi resti quella robustezza, che comunemente si crede necessaria. Si vogliono rialzare gli argini del Cavo piedi 6 incirca, per avere un' altezza sopra il fondo di piedi 24; onde supponendo quella maggiore capacità, che mai può aversi, io m' immagino, che la scarpa di ciascun argine proceda fino al fondo. La distanza fra ciglio, e ciglio degl' argini essendo di pertiche 20, e dando di scarpa un piede, e mezzo per piede, sarà largo il fondo piedi 128. Non dee parer troppo grande la scarpa assegnata che io rilevo dal fatto stesso, e dalla esperienza. Imperocchè esaminando la sezione di Reno, e prendendo una pendenza mezzana fra quelle, che hanno gli argini, e le golene, ho conchiuso doversi accettare la proporzione tra la base, e l' altezza di 3 : 2. Veniamo ora ai calcoli delle sezioni.

Sezione di Reno in un Drizagno regolare al Passo detto di Bagnetto.

Altezza delle golene sopra il fondo ragguagliato trascurandosi le once, e la piccola differenza che passa tra la golena destra, e la sinistra . . . . piedi 15
Distanza delle golene presa in sommità . . . . „ 177
Larghezza del fondo misurata sul pelo d' acqua bassa . . . . „ 140

Si scrivono queste misure accresciute in ragione di 53 : 62.
Altezza delle golene sopra il fondo per la nuova sezione piedi 17 $\frac{1}{2}$
Distanza delle golene in sommità per la nuova sezione . . „ 207
Larghezza del fondo per la nuova sezione . . . . . . „ 164
All' altezza di piedi 17 $\frac{1}{2}$ la distanza fra gli argini nell' idea, che abbiamo fatta del Cavo Benedettino si trova essere . „ 130
E la larghezza del fondo . . . . „ 128

Dunque mancano piedi 27 alla distanza delle golene, e piedi 36 alla larghezza del fondo; e non solo l' alveo rimarrebbe senza golene, e gli argini senza scarpa, ma la sezione s' inoltrerebbe entro il vivo degl' argini, cioè oltre la perpendicolare condotta dal ciglio piedi 3 $\frac{1}{2}$ da ciascuna parte. Questo difetto della larghezza rende superfluo qualunque alzamento degl' argini, perchè sebbene potesse l' alveo con tale aggiunta contenere un corpo d' acqua doppio di quello di Reno, la insussistenza degl' argini renderebbe poi inutile l' acquisto di una maggiore capacità.

Sezione di Reno in un Drizagno regolare superiormente alla casa di S. Maria della Pietà di Cento.

In questa sezione l' altezza delle golene sopra il fondo ragguagliato, non è la stessa da ambe le parti, e vi corre una differenza d' once 9 incirca. Abbiamo creduto per maggiore speditezza di poter supporre dette altezze eguali, prendendo fra esse la misura mezzana . . . . piedi 14
Distanza delle golene presa in sommità . . . . „ 185
Larghezza del fondo misurata sul pelo d' acqua bassa . . „ 147

Si scrivono queste misure accresciute in ragione di 53 : 62.
Altezza delle golene sopra il fondo per la nuova sezione . „ 16 $\frac{1}{3}$
Distanza delle golene in sommità per la nuova sezione . „ 216
Larghezza del fondo per la nuova sezione . . . . . . „ 172
All' altezza di piedi 16 $\frac{1}{3}$ la distanza fra gli argini nell' idea che abbiamo fatta del Cavo Benedettino si trova essere . . „ 177
E la larghezza del fondo . . . . „ 128

Dunque mancano piedi 39 alla distanza delle golene, e piedi 44 alla larghezza del fondo, e non solo l' alveo rimarrebbe senza golene, e gli argini senza scarpa, ma la sezione s' inoltrerebbe entro il vivo degl' argini, cioè oltre la perpendicolare condotta dal ciglio piedi 8 da ciascuna parte.

Sezione di Reno in un Drizagno regolare superiormente alla casa della signora Isabella Piombini.

Essendovi una differenza quasi di due piedi fra le altezze delle golene, abbiamo prescelta l'altezza della golena destra più bassa della sinistra, che trovasi sopra il fondo ragguagliato . . piedi 13
Distanza in sommità delle golene coll' avvertenza di prendere detta distanza sul livello della golena destra . . . . . ,, 212
Larghezza del fondo misurata sul pelo d' acqua bassa . . . . ,, 182
Si scrivono queste misure accresciute in ragione di 53 : 62.
Altezza delle golene sopra il fondo per la nuova sezione . . ,, 15
Distanza delle golene per la nuova sezione . . . . ,, 248
Larghezza del fondo per la nuova sezione . . . . ,, 213
All'altezza di piedi 15 la distanza fra gli argini nell' idea che abbiamo fatta del Cavo Benedettino si trova essere . . . . ,, 173
e la larghezza del fondo . . . . ,, 128

Dunque mancano piedi 75 alla distanza delle golene, e piedi 85 alla larghezza del fondo, e non solo l' alveo rimarrebbe senza golene, e gli argini senza scarpa, ma la sezione s'inoltrerebbe entro il vivo degli argini, cioè oltre la perpendicolare condotta dal ciglio piedi 24 da ciascuna parte.

26. Per questi calcoli si rende manifesto il pericolo, a cui si va incontro affidandosi nella capacità del Cavo Benedettino per quelle acque, che vi si hanno a introdurre, perchè se il difetto fosse di pochi piedi, tra l'incertezza de' metodi nel risolvere sì fatta questione, tra il risparmio, che alletta a rinunciare ad una maggior sicurezza, e tra la speranza di una continua assistenza, e di una pronta riparazione ove il fiume minacciasse rovina, non avrei il coraggio d' ostinarmi nel sentimento della insufficienza del Cavo, e nel pretendere un alveo più dilatato. Mancano molte pertiche se oltre la conveniente scarpa degl' argini, si crede necessario il rinfianco delle golene. Mi si dirà forse che queste ragioni avrebbero molto peso per accrescere le misure della larghezza di un alveo, che dovesse farsi tutto di pianta; ma trattandosi di un alveo in gran parte costrutto, e che altro non richiede che un semplice risarcimento, non bastano gli argomenti probabili contro la sua sufficienza, ma vi vorrebbono ragioni evidenti. Al che altro non posso rispondere, se non confessare la dura condizione in cui ci troviamo, proponendo intanto di considerare attentamente da una parte il risparmio, e dall'altra il pericolo massimamente trattandosi d' un' opera, che può dirsi l' anima di tutto il sistema delle nostre acque, la quale riuscendo infelicemente, potrebbe ridurci ad uno stato peggiore dello stato in cui siamo presentemente. Si proponga per questa disamina altro metodo,

se pur vi sia, meno soggetto ad errore, e se ne faccia uso in questo importantissimo affare; e quando mai la teorica non suggerisce altro metodo, si esamini qual grado di probabilità abbiano i principj, a' quali è appoggiato il mio calcolo, e se convenga correggorli, giacchè da essi dipende il grado di probabilità, che dee accordarsi alle misure dedotte. Seguendo il metodo che mi sono proposto, ho creduto di dover scegliere per modello delle sezioni del nuovo fiume, le sezioni di Reno superiormente alla rotta Panfilj, e fra quelle le più ristrette per le ragioni dette (§. 5.). Mi sono contenuto nella sola considerazione dell' alveo chiuso fra le golene per le ragioni dette (§. 22.) Ho scelto per iscala della velocità la parabola per le ragioni dette (§. 21) Ho supposto farsi l' ampliazione della sezione per modo che sieno simili le figure per le ragioni dette (§. 23.), e quand' anche si volesse prescindere da una perfetta somiglianza, la quale certamente non è dimostrata, non ne verrebbe perciò un divario molto sensibile nelle linee, che circonscrivono le sezioni. Mi dichiaro in fine di non presumere di aver posta la quistione fuori d' ogni dubbio. Qualunque sieno queste mie riflessioni, io le sottopongo all' esame del dottissimo padre Lecchi, a cui se parrà di non doverne far caso, tanta è la stima, che ognuno ha del suo sapere, che io sono pronto a rimettermi al suo giudicio, osservando in avvenire un rigoroso silenzio.

Eustachio Zanotti.

PIANO

DI OPERAZIONI IDRAULICHE

PER OTTENERE LA MASSIMA DEPRESSIONE

DEL LAGO DI SESTO

O SIA

DI BIENTINA

25

AVVERTIMENTO

Nella parte presso che orientale della pianura, in cui è situata la città di Lucca, si estende il Lago di Sesto, o sia di Bientina, che avendo un circuito di miglia 30 in circa, per oppinione del celebre matematico Perelli, è la più copiosa raccolta di acque stagnanti, che si trovi in Toscana. Tale però non era anticamente. Fino al Secolo XV. non fu che un angusta, e bassa palude. L'isola, che sorge nel di lui mezzo, oltrepassava allora la estensione di Coltre 15 Lucchesi, mentre presentemente non giunge mai a due quella porzione, che discoperta rimane. Apparteneva a' monaci dell'antica Badia di Sesto, i quali vi edificarono una piccola chiesa, dandole il titolo di S. Benedetto. Non poche fabbriche ancora esistevano attorno l'Isola, ed in altri luoghi dove or da tre in quattro secoli ristagnano intieramente le acque.

Queste acque per diversi fossi felicemente si discaricavano nel fiume Arno, che con più depresso alveo si ripiegava attorno al colle di Montecchio, e passando presso Bientina, e Vico si avvicinava al lago. Ma da esso non poco allontanandolo il Granduca Francesco I. con la rettificazione ordinatane, deteriorò il sopraddetto scolo notabilmente.

Al sofferto grave pregiudizio si aggiunsero ancora gli ostacoli, che ponevansi nell'antica fossa Serezza, la quale dal 1560 al 1655 era rimasta l'unico emissario del lago. Nè giovò sostituire all'antica la moderna Serezza, perchè tortuosa, e soggetta alle deposizioni, ed interrimenti de' Rii, che scendono da' monti contigui.

Con questa sostituzione rimase in abbandono l'antica fossa per cento e più anni. Nel 1760 poi fu nuovamente espurgata, prodotta fino all'Arno, e denominata Canale Imperiale ad oggetto non di raddoppiare lo scolo del Lago, ma per dare al medesimo un alternativo discarico, onde nel tempo che le sue acque scendevano in Arno per uno de' due Canali, scolassero per l'altro le campagne ad essi adiacenti. Questo si ottenne col mezzo delle cateratte costruite all'argine, che ripara le pianure di Bientina dall'espansioni del Padule, ed ove il fosso che si parte dal chiaro del Lago, denominato comunemente il Bocchino, *in due dividesi, ed hanno il loro principio la Serezza, ed il Canale Imperiale.*

Desiderandosi pertanto non solo d' impedire le inondazioni del Lago di Sesto, o sia di Bientina (che rendonsi d' anno in anno più frequenti, e maggiori), ma di deprimerlo e quasi intieramente prosciugarlo era d' uopo ad altri mezzi rivolgersi, e per nuove vie richiamare le nocive acque stagnanti. Il progetto proposto negli anni 1761, 1763 *di condurre a sboccare il presente Ozzeri in Serchio, inferiormente alla Steccaia di Ripafratta, servì di lume, e di scorta, onde concepire l' idea, e tracciare la linea d' un nuovo Ozzeri che forma l' oggetto della Relazione generale, delle Riflessioni, e dell' Esame, e della Informazione, che si contengono in questo volume* (1).

Il Chiarissimo sig. abate Leonardo Ximenes è l' Autore della dotta, e bene intesa relazione in data de' 25. *Settembre* 1778, *alla quale ha aggiunto egli in quest' anno alcune note per maggior chiarezza di alcuni articoli, e specialmente per servire all' intendimento di chi non ben conosce il paese inondato, e soggetto alle frequenti alluvioni.*

Ne seguono le riflessioni dell' insigne sig. abate Ruggiero Giuseppe Boscovich, che già conosceva le campagne Lucchesi, e Toscane, e ch' essendo aggregato all' ordine Patrizio della Repubblica pel sommo zelo sempre dimostrato da lui nel procurare i di lei vantaggi, ben conveniva, quantunque commorante in Parigi, parteciparglì i nuovi proposti regolamenti, e richiederne il saggio parere, ed ingenuo consiglio.

L' esame è del signor Eustachio Zanotti, che nel passato Maggio fu rapito alla Repubblica Letteraria con di lei gravissimo danno, e richiamato agli eterni riposi. Visitò egli nello scorso anno il Lago di Sesto, quello di Maciuccoli, e tutte le campagne da S. Giovanni alla Vena presso l' Arno fino a Viareggio, e partecipò da Bologna il suo retto, e sincero sentimento. Questo degno Professore si acquistò uguale stima per la profonda scienza non meno che per la singolare prudenza, e ben avveduta cautela sua. Onde avendo contribuito egli con la direzione, e co' suggerimenti suoi al felice esito delle due grandiose imprese nelle valli Bolognesi, e nelle paludi Pontine, pareva, per così dire, che in Italia si fosse meritamente acquistato il diritto di essere consultato prima d' intraprendere qualunque importante operazione Idraulica.

Appartiene finalmente la informazione allo stesso sig. ab. Ximenes. Dopo aver egli preso in considerazione i suggerimenti, e le

(1) Si è tralasciata la *Relazione generale* data dal padre Ximenes, perchè le cose in essa dichiarate vengono esposte in epilogo dallo stesso Autore nell' *Informazione* che segue le due scritture dei celebri Boscovich, ed Eustachio Zanotti.

dottrine contenute nelle riflessioni, e nell' esame de' due insigni Matematici, per i quali professa verace stima; e dopo avere ripassata attentamente la prima sua relazione, riportando nuove esperienze, calcoli, e dilucidazioni, che sempre più dimostrano la profondità del suo sapere unito ad una lunga, ed esercitata pratica, ha maggiormente posto in chiara luce il vantaggio, ed il pregio del piano delle proposte Idrauliche operazioni per ottenere la massima depressione del Lago di Sesto, o sia di Bientina, e conseguentemente il più felice scolo delle campagne contigue al detto Lago, all' Ozzeri, al Rogio, ed al fiume Serchio.

RIFLESSIONI

SULLA RELAZIONE

DEL SIGNOR ABATE XIMENES

APPARTENENTE AL PROGETTO DI UN NUOVO OZZERI NELLO STATO LUCCHESE.

DEL SIGNOR ABATE

RUGGIERO GIUSEPPE BOSCOVICH.

1. La somma premura che ho di contribuire, quanto per me è possibile, a' vantaggi degli stati della Serenissima Repubblica di Lucca, quale in ogni altra occasione ho servito con tutto l' impegno, e zelo, accresciuti anche più dopo che per la graziosa aggregazione ho dovuta riconoscere quella per seconda mia patria, mi ha spinto ad esaminare con tutta l' attenzione possibile il progetto del nuovo Ozzeri esposto nella dotta, ed ampia Relazione presentata alla stessa Repubblica dal sig. abate Ximenes, e trasmessami a questo effetto d' ordine della medesima.

2. Passerò le mie considerazioni sullo stato fisico dell' affare, sulla possibilità della esecuzione, sicurezza morale della riuscita, difficoltà che si possono incotrare nella esecuzione, e maniera di superarle, e vantaggi, che sicuramente ne debbono risultare.

3. Benchè su' dettagli de' calcoli io abbia moltissime difficoltà, a cagione delle ipotesi che vi si assumono, cosa comune a tutte le opere di questa natura, ad ogni modo considerando la cosa in grosso, e correlativamente a quello ch' è felicissimamente riuscito in tanti altri luoghi, io sono persuasissimo che il progetto è sicurissimamente eseguibile, e che il vantaggio da ricavarsene nello stato presente delle cose debba essere a molti doppj maggiore della spesa della esecuzione.

4. Il progetto consiste nella formazione di un nuovo canale, il quale parta dal fondo del lago di Bientina, ed attraversando tutta la pianura Lucchese tra la città, ed il presente canale dell' Ozzeri parte aperto, e parte sotterraneo passi sotto il letto del Serchio, e per un

traforo del monte di Balbano vada a scaricare le acque di detto lago, o gli scoli delle campagne collaterali nel lago di Maciuccoli, e che di là per le fosse attualmente esistenti, ridotte a dovere, si portino alla foce di Viareggio.

5. Il vantaggio essenziale sperato consiste nello scolo più libero di tanti terreni, che ora sono o abitualmente infrigiditi, o spesso inondati con deterioramento, o anche perdita totale delle semente; nell' asciugamento quasi totale del vasto lago, che lascerebbe una grande estensione di terreno coltivabile, e che dovrebbe sicuramente divenire molto fertile; e nel miglioramento della piccola foce di Viareggio col comodo di una nuova navigazione immediata fino alla città.

6. In primo luogo mi si sono presentate varie riflessioni su d' un progetto proposto alcuni anni addietro dallo stesso sig. abate Ximenes, di cui egli qui parla più compendiosamente all' Articolo II. della presente Relazione, dando questo nuovo come una continuazione, e perfezione maggiore dell' altro. Si facevano in quello passare le acque del presente Ozzeri per una botte sotterranea sotto il Serchio per rientrarvi in un punto inferiore situato nel Granducato, guadagnando così br. 4 di caduta, ma conveniva formare detta Botte concava in maniera, che le acque vi dovessero prima scendere, indi risalire. Io credo bene essenziale questo cambiamento, che oltre a una prospettiva di vantaggi incomparabilmente maggiori, scansa alcune difficoltà, le quali mi avrebbero assolutamente impedito di approvare quel sistema tal quale era allora.

7. Pel nuovo cangiamento però d' idea non vedo alcuna difficoltà fisica, che possa prudentemente opporsi alla proposta operazione considerata nella sua sostanza. Credo sicura nello stato presente delle cose la possibilità del progetto, e la riuscita della esecuzione quando s' intraprenda a dovere. Il punto essenziale è la pendenza; e di questa vedo che non vi può essere alcun dubbio. Io non posso entrare garante che della livellazione dal lago al Serchio, e in quella medesima solo di quella parte, ch' era immediatamente soggetta agli occhi miei: ma nè in quella posso dubitare punto della fedeltà, ed attenzione de' cooperatori; nè in ordine alle altre operazioni fatte pel residuo fino al lago di Maciuccoli per varie vie, che si accordano, vi può rimanere alcun dubbio prudente, tanto più che il risultato totale si accorda con la pendenza, che debbono avere li due fiumi Serchio ed Arno fino al mare, considerata la loro natura, e varie notizie che se ne hanno.

8. Sicuramente vi dee essere una pendenza non solo sufficiente, ma anche soprabbondante di quasi un braccio per miglio per quella sorta di acque, che consistono in scoli delle pianure, esclusi tutti i

Torrenti delle alture, o ritenuti a deporre le loro torbide nel picciolo residuo del lago presente, che si propone di lasciare sussistere, e mi pare molto opportuno il pensiero di lasciarvelo a questo oggetto. Anzi quando anche col lungo andare di tempo il fondo tutto di quel Laghetto venisse ad alzarsi totalmente, i Torrenti, che vanno ora e seguirebbero ad andarvi prima di arrivare al nuovo Ozzeri, avrebbero a deporre ne' loro letti le materie incapaci da essere portate innanzi da esso in una pendenza tanto considerabile, e potrebbero esigere i ripulimenti di questi: ma non credo che sarebbero mai capaci d'ingombrare il letto di questo qui, massime laggiù dov' esso dee essere sotterraneo, e però più difficile ad essere ripulito.

9. Solo aggiungerò qui ciò che pure è correlativo alla pendenza, che io desidererei qualche diligenza ulteriore per avere delle notizie più determinate in ordine al fondo del lago di Bientina. Vedo all' Articolo IV. che si è scandagliato il lago in una sola linea: crederei opportuno lo scandagliarlo in molte poco lontane le une dalle altre, come si usa ne' Porti, nelle rade, nelle imboccature de' vasti fiumi navigabili; ciò che determinerebbe molto meglio il sito preciso, in cui dovrebbe cominciare il nuovo canale, e lasciarsi il Laghetto, per evitare il pericolo di lagune considerabili, che dovessero rimanervi in varj siti assai discosti dal principio ora immaginato.

10. Supposta la caduta non vi restava per assicurarsi della possibilità del progetto, e togliere i timori sulla sua riuscita, che l'esaminare la qualità de' siti, per li quali doveva farsi passare il nuovo canale, e in ordine a questo punto vedo che si sono usate tutte le diligenze. Il primo luogo qui non si tratta di formare un nuovo canale per siti paludosi, o di fondo instabile, onde possa temersi ciò ch'è accaduto al Cavo Benedettino nel Bolognese. Fino al lago di Maciuccoli si va sempre per terreni stabili per se stessi, ne' quali è chiara la possibilità di fare una escavazione aperta, o uno scavo sotterraneo secondo che si giudichi più opportuno, e vantaggioso, e s'incontra al fine una gola del giogo de' monti adiacenti al medesimo lago, che si abbassa, e ristringe in modo da lasciare praticabilissimi i pozzi necessarj per la comunicazione dell'aria, e utilissimi per l'estrazione delle materie. La qualità de' terreni è stata riconosciuta nell'esame di tanti pozzi all'articolo 6. si è esaminato lo stato della campagna contigua, e del fondo del Serchio per rapporto alla linea del fondo del canale progettato: si è esaminata anche la natura del monte con varj scavi, benchè questa appartiene alla maggiore, e minore difficoltà della esecuzione, non alla possibilità del progetto, di cui non può dubitarsi, massime quando il tratto da traforarsi è si corto.

11. Se si dovessero traforare de' gioghi di monti assai più elevati,

e grossi per molte miglia, si potrebbero temere quelle cavità larghe, e profonde che si debbono incontrare in questa sorta di catene, e anche ne' gran monti isolati, essendo io persuaso che la massima parte di questi e di quelle è stata prodotta dall'azione de' fuochi sotterranei, che hanno gonfiata la crosta della superficie terrestre con gli strati lapidei, che dov'erano meno grossi si sono fracassati, ed hanno formato quelle tante rovine, che si vedono ne' paesi montuosi, o si sono aperti dando lo sfogo a' vulcani; e dov'erano d'una grossezza molto superiore hanno resistito conservando ancora tutte quelle materie, che avevano prima del suddetto gonfiamento, come dimostrano tante produzioni marine, che vi si trovano, non perchè il mare sia stato mai lassù, ma perchè quegli strati precedentemente si trovavano giù al basso. In questo caso vi debbono essere rimaste delle cavità immense nelle viscere interne, le quali renderebbero impraticabile la impresa di traversarli con un canale. Qui la brevità del passaggio unita alla poca elevazione di quella foce, non lasciano alcun timore di un tale impedimento.

12. Quindi il traforo di quel tratto di monte è evidentemente praticabile. Tanto ivi quanto in tutto il resto, che corrisponde alla pianura, si possono incontrare delle materie più o meno resistenti al lavoro, più capaci di sostenersi da se, o più deboli, e bisognose di muri laterali e volte, o di pilastri ed archi; ma non si può ragionevolmente temere alcuna difficoltà che arresti totalmente il lavoro, e lo renda impraticabile. Il Fiume, che s'incontra, non forma alcuno impedimento insuperabile, giacchè il suo fondo resta superiore di molte braccia alla linea, che va dal fondo del lago di Bientina al punto dello sbocco nell'altro di Maciuccoli, onde lascia la libertà di far passare il fondo del detto canale senz'alcuna concavità per dare a questo una elevazione anche molto superiore al bisogno, lasciando la sua volta molto inferiore al fondo di esso fiume.

13. Si toglie ogni timore sulla possibilità, e sicurezza della riuscita col considerare tante operazioni analoghe a questa felicemente eseguite in tanti luoghi con de' canali sotterranei, e trafori di monti, che riescono, e quando vi è la pendenza danno lo sfogo alle acque ad onta degli ostacoli frapposti. Vedo citati varj esempi all'Articolo IX. Possono citarsi varj altri, e alcuni de' Romani antichi, come l'Emissario del lago d'Albano. Il canale di Piccardia, cominciato felicemente, è stato interrotto per un puro intrigo, di cui in oggi si sa bene l'origine. Si crede di certo che presto ne sarà ripreso il lavoro: non vi si teme punto la lunghezza del traforo sotterraneo di varie leghe. Quindi è irragionevole ogni timore in questo genere.

14. Supposta la possibilità, e sicurezza della esecuzione vi resta la scelta del sito preciso, che fosse il più vantaggioso per facilitare

l'esecuzione, e minorarne la spesa, evitando il più che sia possibile ogni inconveniente. Di questo massimo de' vantaggi non si può giudicare che con la ispezione locale, ed esame de' siti. Non posso dubitare dell' attenzione usata a questo riguardo dal sig. abate Ximenes, da' signori Deputati della Repubblica, e da' loro Ingegneri: solamente ho potuto esaminare certe idee generali, che trovo nella Relazione, e che posso confrontare con le piante.

15. Mi pare molto ben fatto il non servirsi del Rogio, e l' allontanarsi tanto da esso, quanto dagl' altri canali per le ragioni addotte nell' Articolo IV. ma in ordine al punto, da cui il canale dee cominciare nel lago di Bientina, mi pare che per determinarlo converrebbe avere una notizia più compita del fondo attuale di esso, correlativamente a quello che ho indicato al n.° 10, con uno scandaglio più generale. Potrebbe accadere che in lontananza dal sito, in cui la Relazione suppone il massimo fondo, vi siano de' fondi maggiori interrotti da elevazioni superiori adiacenti, che in vece di un solo piccolo residuo di Laghetto, ne lasciassero varj interrotti, e paludosi, perchè non rinfrescati da' Rii della gronda. Una tale notizia più generale servirebbe per isceglіere con maggiore sicurezza di buon esito il sito preciso, il più opportuno per cominciare il canale, e giudicare della spesa, che vi vorrà per riunire i varj siti palustri, e formarne un solo Laghetto residuo.

16. Credo che sia stato scelto bene il sito, in cui il canale dee condursi sotto il Serchio, e quello in cui dee traforarsi il monte, dal quale dipende quello, in cui esso dee sboccare nel piano di Maciuccoli; come altresì, per quello che trovo nella Relazione, credo che sia stata bene scelta la via da condurre le acque alla foce di Viareggio per le fosse, che ora esistono ben ridotte: ma tutte queste cose dipendono dall' ispezione locale, e confronto de' siti. Vi resta la determinazione della profondità del fondo del canale sotto il fondo del lago di Bientina al suo principio, e sotto il pelo ordinario di quello di Maciuccoli al fine. Da questi due punti dipende la pendenza.

17. Vedo nella Relazione determinato il primo punto a un braccio sotto il massimo fondo del lago di Bientina, trovato nella linea degli scandagli presi, appoggiato da una parte da un calcolo del tempo, in cui possa scaricarsi la quantità dell' acqua che vi si scarica ne' tempi di pioggie straordinarie; e dall' altra dalla premura di non diminuire troppo la pendenza del canale. In ordine a questo secondo punto, come io sono persuaso che la pendenza di quasi un braccio per miglio è troppo maggiore di quella, che si richiede per far correre quella specie di acque prive di materie grosse senza lasciarvi delle deposizioni; così sono persuaso che due e anche tre braccia di

meno sul totale di tante miglia non farebbe alcun danno per questo capo. In ordine al primo punto, il risultato de' calcoli sulla quantità dell'acqua, che può scorrere in dato tempo, che trovo quì, e che vedo in altri articoli di questa Relazione, mi pare troppo incerto, anzi sicuramente falso. Si appoggia detto calcolo su d'una ipotesi, che il sig. abate Ximenes medesimo riconosce per falsa, ed erronea poche pagine dopo; onde falso, ed erroneo dee essere il risultato.

18. Il sig. abate Ximenes fa qui menzione di un'altra ipotesi, ch'egli ha esposta in un altro suo opuscolo, quale dice trovarsi più conforme all'esperienze, e l'abbandona solo per rendere il calcolo più facile. Io non ho veduto codesto opuscolo; ma com'egli medesimo chiama la sua una ipotesi, ciò mi fa credere che ivi pure vi sarà dell'arbitrario, ed io son persuaso che il padre Lecchi nella sua opera su' principj dell'Idrostatica ha assai ben dimostrato, che o si tratti dell'acqua ch'esce da' fori d'un vaso, o di quella che corre per li fiumi e canali, le teorie de' primi Matematici de' tempi nostri non hanno dato nulla di sodisfacente: anzi son persuaso che il problema è molto superiore a tutti i metodi conosciuti in oggi, co' quali non si arriverà mai ad alcuna determinazione indipendente da' principj puramente arbitrarj, e probabilissimamente falsi. Quindi credo che i calcoli fatti in questo genere, e appoggiati su tali ipotesi non possano servire che per una specie di lusso matematico applicato all'argomento, di cui si tratta, e che tali quistioni non possano decidersi che con un giudizio prudenziale appoggiato sulla esperienza di molti fatti i più analoghi a quelli de' quali si tratta.

19. Nel caso presente senza fondarmi su calcolo alcuno determinato, in cui non crederei di essere sicuro neppure dal doppio alla metà, io sono persuaso che un canale di una certa sufficiente larghezza, e profondità scaricherà tutte le acque portate dalle piene degl' influenti del lago in un tempo sufficiente a impedire un danno considerabile delle inondazioni passeggiere; come pure che le acque medesime scaricate nel vasto recipiente del lago di Maciuccoli, e delle paludi adiacenti, non alzerà il suo pelo, nè il pelo delle fosse, che lo condurranno alla foce di Viareggio, in maniera da far danno considerabile a' terreni adiacenti coltivati; e non esito un momento a cacciar via ogni timore che si affacci per questo titolo contro una impresa, che credo vantaggiosissima. Non porgo fede ad alcuno de' risultati di questi calcoli precisi; ma per la determinazione di tutti questi punti, che dipendono dal giudizio pratico, fondato su d'un gran numero di fatti osservati con riflessione, la Repubblica non può trovare persona più idonea, e più capace del sig. abate Ximenes, il quale inoltre trovandosi su' luoghi, e avendo osservato tutto, e riflettuto

a tutto, è a portata più d'alcun altro per formare codesta sorta di giudizj prudenziali, e scegliere a dovere le misure le più ragionevoli, e le meno soggette ad inconvenienti.

20. Solo in questo genere mi resta del dubbio sul punto se debba realmente darsi al canale tutta la pendenza, che può aversi, e che si riduce a quasi un braccio per miglio, o se convenga piuttosto servirsi di una pendenza considerabilmente minore, facendo che il medesimo al suo sbocco sul lago di Maciuccoli abbia una caduta considerabile. Il mio dubbio nasce dalla ferma persuasione, in cui sono che quelle acque per non fare deposizioni sul fondo del canale, non hanno bisogno di più d'un piede per miglio. Ho veduto delle acque considerabilmente torbide stabilire il loro letto con la pendenza di due palmi per miglio, mentre queste qui debbono essere acque chiare, o poco assai mescolate di materie ben leggere; giacchè ne sono esclusi tutti i torrenti, e non vi dee arrivare altro che gli scoli delle campagne adiacenti, e le acque degl' influenti del piccolo lago residuo, che depositeranno in esso le materie più grosse, e non giungeranno al canale che chiarificate.

21. Dall' altra parte l' oggetto della navigazione pare che richieda che si dia alle acque medesime la minima velocità, che può combinarsi con l' impedimento delle deposizioni. La velocità, che corrisponde alla pendenza di un braccio per miglio, credo che incomoderà considerabilmente le barche al rimontare, o almeno è cosa sicura che il ritorno all' in su sarà tanto più facile, quanto la velocità dell' acqua sarà minore. Ora questa diminuzione di pendenza si può ottenere senza alcuna specie di salto, che impedisca la navigazione, per mezzo di una conca che può farsi verso lo sbocco. Questo ripiego ritarda il viaggio; ma credo che la velocità contraria lo ritarderà molto di più. Dall' altra parte se la linea è meno inclinata, si profonderà meno sotto la superficie del terreno, e si potrà fare una più gran parte del canale scoperto con una spesa minore, la quale sarà ancora minorata dalla minore altezza de' pozzi, che costeranno meno nello scavarsi, e faranno impiegare meno tempo nell' alzare le materie per tirarle fuora, richiedendo ancora una minore vicinanza di essi pozzi.

22. Ho pure del dubbio sull' altro punto del fare il canale della medesima larghezza da per tutto, come mi pare che si proponga nella Relazione innanzi e dopo il passaggio per la botte sotterranea sotto il Serchio. Il canale più che anderà innanzi, più acque riceverà dagli scoli; onde pare che si richieda una minore larghezza da principio, che appresso: si aggiunge che la larghezza maggiore è richiesta dalla navigazione, e questa non comincierà che verso la città, o almeno per gli effetti delle parti superiori da condursi alla città

basteranno barche più piccole. Queste considerazioni propongo, rimettendomi a quello che sarà giudicato più opportuno dal sig. abate Ximenes, da' signori Deputati, e da' loro Ingegneri.

23. Ma in ordine all' uso della navigazione mi par cosa essenziale l' aggiungere alla larghezza una stradella laterale da una parte, per cui possono camminare quelli, che debbono tirare le barche all' insu. Questa stradella è stata giudicata essenziale nel canale di Riccardia quantunque esso destinato non per iscolo, ma puramente per la navigazione, debba avere molto minore pendenza, e però minore velocità di corrente. Lo spingere in su per via di pertiche puntate sul fondo, o con altro meccanismo, rende il cammino più difficile e lento, che il continuo camminare di quei che tirano.

24. Sulla forma del canale mi paiono molto giuste le riflessioni del sig. abate Ximenes, che trovo all' Articolo VII, dove giustifica la pendenza delle sue sponde con la larghezza orizzontale in proporzione di 3 a 2 per rispetto all' altezza verticale, in vece di 2 a 1; trovo comoda la formazione della tavola, che faciliti il calcolo della terra, che dee asportarsi, stabilendo una sezione dell' altezza di braccia 10, e trovando ogni termine seguente con l' aggiungere al precedente i termini di una serie aritmetica, e di una quantità costante. Se si dovesse cercare un qualche termine da se, basterebbe prendere la somma della larghezza del fondo, dell' altezza, e della metà di questa, e moltiplicare essa somma per la medesima altezza. La tavola toglie la necessità di tante somme, e moltiplicazioni quanti sono i casi particolari, ed avendo accresciuta la tavola co' termini intermedj di mezzo braccio, si rende ancora più facile il prendere le parti proporzionali per le altre quantità intermedie, massimamente quando si adoprino le once per li residui, e non si riducano questi a decimali di piedi. Al più nell' aggiugnere alla tavola formata per li piedi intieri con l' aiuto di quella serie i termini di mezzo per li mezzi piedi, in vece di pigliare anche per questi la semisomma de' due contigui, si potrebbe fare il calcolo anche per essi con più giustezza, giacchè la tavola si fa una volta per sempre, e un tal calcolo giusto è molto facile; ma come la differenza di quel medio dal giusto è piccola, e il risultato de' calcoli appoggiati ad essa tavola per varj altri capi non viene esatto, ma come una specie di approssimazione si può adoprare essa tavola tal quale si trova. Se la pendenza delle scarpe, in vece di avere la ragione di 3 a 2, ne avesse un' altra, come di 2 a 1, la tavola avrebbe altri numeri, ma sarebbe facilmente calcolata con un metodo simile a questo.

25. Non è così del calcolo fondato sulla soluzione del problema, che trovo all' Articolo medesimo dopo essa tavola, in cui si cerca la misura della larghezza delle banchine, quando si voglia trasformare

la sezione, che ha codesta pendenza di scarpe in un'altra, che abbia le banchine con le scarpe naturali, e con l'area uguale. Vi si adopra un calcolo algebraico di varj termini, che alla fine si riduce ad una formula di una frazione, che ha tre termini nel numeratore, e uno nel denominatore, la quale serve solo pel caso di due banchine, e per quello di un maggior numero converrebbe rifare esso calcolo per trasformare la formula, e adattarvela. Esso problema ha una soluzione incomparabilmente più semplice, che si appoggia alle più cognite proposizioni del primo Libro di Euclide. Nel caso suo della proporzione di 3 a 2 per le scarpe, basta pel valore di ogni banchina, ch'è la sua incognita X, quando ve ne sono due sole, prendere semplicemente un quarto dell'altezza, e per ogni altro numero di banchine dividere dett'altezza pel doppio di esso numero. Quando poi si abbia qualunque altra inclinazione di scarpa, basta dividere per esso numero l'eccesso della larghezza sull'altezza.

26. Ecco la dimostrazione di questa semplicissima regola adattata alla (*fig.* 1. *tav.* 2.) AD è la sua altezza, DM la larghezza orizzontale in cima, uguale a $\frac{5}{4}$ di essa altezza. Si tratta di trasformare la scarpa determinata da una linea retta, che vada da A ad M, in un'altra, che vada per ACGHLM tale, che abbia due banchine CG, HI orizzontali con le scarpe AC, GH, IM inclinate ad angolo semiretto, e che contenga un'area uguale a quella della precedente. Si concepiscano prolungate le linee AC, GH fino alla orizzontale DM in O e P, le HG, MI fino alla sua parallela tirata per A in R, ed S. È chiaro che i punti A, G, I saranno in una linea retta, che prodotta incontrerà la stessa DM in Q, in maniera che tutte le OP, PM, MQ saranno uguali alla larghezza CG, HI delle banchine, e se si tira la retta QT parallela alla OA, che compisca il parallelogrammo AOQT, si prolunghino le rette CG, HI fino a questa linea in V, X, mettendo Z nell'incontro della CV con la MS, ogni triangolo ACG, GHI, IMQ sarà la metà del parallelogrammo SZVT, ZIXV, IMQX, che gli corrisponde sul parallelogrammo MSTQ, di cui è pure una metà il triangolo MAQ. Or levando dal triangolo DAQ tutti que' triangoli vi resta l'area DACGHIM, e levandone il triangolo MAQ vi resta il triangolo DAM. Dunque quell'area residua è uguale a questo triangolo, e la sezione si trova così trasformata in un'altra di area uguale.

27. Ora si vede bene che la retta DO sarà uguale alla AD, e però la OM sarà l'eccesso della DM sopra la DA, e la stessa OM sarà divisa in questo caso in due parti eguali, e in ogni altro di qualunque numero di banchine in un numero di parti uguali ad esso. Dunque generalmente per avere la larghezza della banchina, basterà dividere l'eccesso della larghezza DM sopra l'altezza AD in un numero

di parti uguale a quello delle banchine, che in questo caso sarà il numero 2, e come qui si suppone questo eccesso uguale alla metà dell' altezza AD, basterà qui pigliare un quarto di dett' altezza. Per qualunque altro numero di banchine basterà dividere la stessa altezza pel doppio di esso numero. Nel caso particolare, in cui l' altezza è di braccia 12, come nell' esempio della relazione, il quarto n' è 3, ch' è il medesimo valore ricavato ivi dalla formula con un calcolo tanto più lungo. Mille volte ho trovato non solo in caso di problemi tanto elementari, quanto lo è questo qui, ma ancora in altri assai più sublimi, che la Geometria lineare dà delle soluzioni assai più semplici di quelle, che dipendono dal calcolo algebraico, e dalle formule che se ne ricavano; benchè queste sieno da preferirsi in altri casi, e talora il metodo algebraico sia positivamente necessario per ottenere la soluzione.

28. Questo punto appartiene non alla sostanza del progetto, ma alla maniera della esecuzione, e giacchè qui ho resa questa soluzione di problema tanto più semplice, renderò più generale un' altra, che appartiene pure alla esecuzione, e che trovo al numero 11 dell' Articolo XII. Essa tende a formare una specie di mezzo ovale con cinque archi di circoli, che paiono continuati nelle loro unioni, come se formassero un arco continuo, e facilitino il calcolo della lunghezza di esso arco. Ecco la sua costruzione: AB (*tav.* 2. *fig.* 2.) è la corda dell' arco, o sia l' asse maggiore dell' ovale, ch' egli divide in 6 parti uguali in G, N, D, *n*, *g*; alza la DE perpendicolare all' asse, e la prende uguale a due di dette parti, per servire di semiasse minore. Col centro N, e con la stessa apertura di dette due parti trova il punto C nella ED prodotta. Taglia per mezzo le rette NC, *n*C in F, *f*, ciò che si fa facilmente col prendervi MF, *nf* uguali a una di dette 6 parti. Col centro C raggio CE fa un arco di circolo, che incontri le rette CN, C*n* prodotte in M, *m*: coi centri F, *f*, e co' raggi FM, *fm* fa due archi di circolo, che incontrino le FG, *fg* prodotte in H, *h*: finalmente co' centri G, *g*, co' raggi GH, *gh* ne fa due altri, che dice dover ricadere appunto su' punti A, B.

29. Si vede chiaro che in M, H, *m*, *h* la tangente de' due archi contigui sarà comune, ciò che li farà parere all' occhio continuati, perchè senza inclinazione scambievole. Si dimostra facilmente ciò che afferma, che gli ultimi due archi debbono ricadere appunto in A, e B, come pure che ciascuno degli archi EM, MH, HA sarà un terzo del quadrante del suo circolo, di cui avendosi il raggio si ha facilmente la somma degli archi per la somma de' raggi. Ma non è necessario di legarsi alla proporzione degli assi dell' ovale, che in questa costruzione viene determinata di 3 a 2. Qualunque sia l' asse

AB, e il semiasse DE, si avranno gli stessi vantaggi col pigliare AN, Bn uguali al detto semiasse, trovare il punto C col centro N raggio Nn, e prendere NG, ng, NF, nf, uguali ad ND. Facendo il resto dell' operazione nella stessa maniera, gli ultimi archi caderanno al modo stesso in A, B, e di tre archi EM, MH, HA saranno ciascuno un terzo del quadrante del suo circolo, e tutto l' arco AEB un terzo della semicirconferenza di un circolo, che abbia il raggio uguale alla somma di tre raggi CE, FM, GA, il valore de' quali si trova con la stessa facilità, che in quella proporzione limitata, in cui pure dee aversi il valore di DC, estraendo la radice di tre quarti del quadrato NC.

30. La dimostrazione di questa costruzione più generale e facile, se si tira NI perpendicolare alla base FG del triangolo isoscele FNG, la taglierà per mezzo, e come l' angolo esterno DNC da una parte sarà il doppio dell' angolo NFG, o sia NFI, e dall' altra uguale all' angolo NCn, doppio dell' angolo NCD, giacchè si vede bene che il triangolo NCn è equilatero; quindi i triangoli rettangoli NDC, FIN saranno simili, ed FI, che è la metà di FG, sarà uguale alla metà di CD, come FN è la metà di CN: così FG resta uguale a CD. Ora FH con CF è uguale a CN, cioè a CE; onde levando di là FG, di qua GD, si avrà GH con FG uguale a DE, cioè ad NA, e togliendo di là FG, di qua NG, che sono uguali, resterà GH uguale a GA, e però l' ultimo arco tirato col raggio GH finirà in A, e la stessa dimostrazione serve per l' arco hB. Ora essendo l' angolo NCn di 60 gradi, sarà di 30 l' angolo NCD, e il suo uguale NFI, come pure NGF, ed AGH. Quindi gli archi EM, MH, HA sono tutti di 30 gradi, cioè ciascuno un terzo di un quadrante del suo circolo; MEm un terzo del suo mezzo circolo, e la somma de' due MH, mh, la somma de' due HA, hB, pure un terzo del mezzo circolo degl' altri raggi. Come le circonferenze sono proporzionali ai raggi, tutto l' arco AEB sarà un terzo della mezza circonferenza di un circolo, che avrà per raggio la somma de' tre raggi CE, FM, GA, la quale si ha moltiplicando detta somma per $\frac{355}{113}$, onde per avere detto arco basterà moltiplicare la stessa somma per $\frac{355}{339}$.

31. Questa determinazione più generale può servire se si vuol fare una volta ancora più piatta, la qual cosa può essere vantaggiosa per quelli, che debbono tirare la barca. Non vi è alcun pericolo a dare un sesto minore ivi alla volta. Quando vi è un sesto minore il pericolo nasce dalla spinta laterale, che le volte esercitano contro i muri verticali: ma qui dov' essi muri hanno tutto il terreno, che li contiene, appoggiandosi ad esso non vi è pericolo di alcuno effetto di questa spinta laterale; come pure non vi è pericolo alcuno, che la pressione che questa terra può esercitare contro i muri, faccia

scoppiare la volta in su, giacchè essa viene contenuta e compressa da tutta la terra superiore.

32. Continuando le mie riflessioni sulla maniera dell' esecuzioni, in primo luogo vedo ch' è essenziale il suggerimento del sig. abate Ximenes di cominciare il lavoro dal traforo del monte, e questo dalla parte del lago di Maciuccoli, appunto per dare lo scolo alle acque delle sorgenti, che sicuramente s' incontreranno, giacchè le sorgenti de' pozzi si sono trovate quasi da per tutto superiori alla linea destinata pel fondo: quando mai si giudicasse di diminuire la pendenza, ad ogni modo la maggior parte di esse sorgenti resterà superiore alla nuova linea del fondo. Questo punto appartiene alle difficoltà, che si possono incontrare, e alla maniera di superarle. L' altra difficoltà consiste nella debolezza del terreno, che vi potrà essere in alcuni siti, incapace di sostenersi da se, e allora vi è il rimedio cognito, e proposto dal sig. Abate, de' muri laterali e volte occorrenti dove la debolezza è grande e continua, o de' pilastri con gli archi collocati a un intervallo maggiore o minore, secondo che la debolezza di esso terreno si troverà all' opposto minore o maggiore.

33. Il sig. Abate ha avuta tutta la ragione nel persuadersi che si troveranno de' siti di tutte queste diverse nature, cioè di quelli che si sosterranno da per se, a cagione della durezza delle materie, degli altri che richiederanno de' pilastri più o meno distanti co' loro archi, e finalmente di quelli ch' esigeranno una continuazione di muri e volte. Ad ogni modo non lascerò d' insinuare che nel calcolare la spesa del gran Canale di Piccardia l' Ingegnero lo propose, benchè fosse sicuro d' incontrare un lunghissimo tratto di materie abbastanza sode per sostenersi da se medesime, ad ogni modo fece, come ho saputo, i suoi calcoli sulla supposizione della necessità de' muri con la volta continuati da per tutto. Credo che non sarebbe fuori di proposito il calcolare ancora qui sullo stesso piede, cioè in riguardo tutto il tratto del canale sotterraneo per ogni maggiore sicurezza: ma sono sicuro che ad ogni modo i vantaggi, de' quali parlerò più innanzi saranno incomparabilmente maggiori della spesa totale, la quale per questo non dee distogliere in alcun conto dall' intraprendere la grande opera. Trovandosi minorata la spesa per la quantità de' siti, ne' quali sicuramente si troveranno le materie dell' altre due classi, si avrà il contento di vedere la spesa minore di quello che si era immaginata.

34. Alla maniera della esecuzione, e alle difficoltà che possono incontrarsi, appartiene ancora la determinazione de' pozzi necessarj per dare la comunicazione all' aria, e per diminuire la difficoltà della estrazione delle materie. Il signor abate Ximenes tratta questa materia all' Articolo X, dove anche determina la distanza, che debbono

avere fra loro i medesimi pozzi correlativamente alla loro altezza. Egli mette ivi il seguente problema: *Data la profondità di un pozzo, e la lunghezza del viaggio orizzontale, che dovrebbero fare le materie per la loro estrazione, determinare la distanza orizzontale, sotto la quale il valore della estrazione per il pozzo sia uguale al valore per la via orizzontale*. Sulla soluzione di questo problema tal quale egli la propone, io veramente ho molte difficoltà, che esporrò qui il più brevemente, che mi sarà possibile.

35. La prima difficoltà, che mi si presenta, si è quella del non considerarsi in quella soluzione di problema il ritorno della carretta vota, in cui vi è altrettanto viaggio inutile, quanto ve n' era dell' utile nel condurla piena. Nell' estrazione per li pozzi, mentre una cesta, o bigonzo scende, l' altra sale, onde non vi è mai viaggio inutile. In secondo luogo appunto il peso del recipiente voto, che scende, compensa quello del pieno che sale, di maniera che non dee contarsi altro peso che quello delle materie asportate. Nel caso della carretta conviene valutare non solo il peso della materia asportata, ma anche quello di tutta la carretta con le sue ruote, e attrezzi, ciò che fa entrare un nuovo dato nel problema. Vi è nel caso de' pozzi da considerare il peso della fune, il quale fino alla metà della salita della cesta piena aggiunge quello della differenza delle due lunghezze della fune, che scende e sale, e dopo ne toglie altrettanto, ciò che introduce un' altra quantità variabile. Vi è da considerare il tempo che s' impiega per caricare, e scaricare, che è ben diverso nelle due maniere di estrarre. Vedo poi impiegato il principio di un terzo del peso uguale alla resistenza della frizione per un piano orizzontale, la quale sicuramente si trova diversissima secondo la diversa scabrosità del medesimo fondo: vedo supposto che nella discesa si accresce la difficoltà, perchè il cavallo dee sostenere una parte del peso sulle spalle, quando sicuramente ciò non accade che nelle grandi inclinazioni, mentre nelle piccole il peso della carrettata non si scarica punto sulle spalle del cavallo, nè lo spinge, venendo un tal effetto impedito dalla frizione. Vedo supposto che l' aiuto delle ruote riduce il peso a un quinto, mentre una tale riduzione è affatto arbitraria, e generalmente si suppone, che il cavallo in una carretta ordinaria tira molto meno del quintuplo di quello, che può portare sulle spalle. Questo punto, che qui si assume per supposizione, può facilmente verificarsi potendosi sapere nel paese qual è il peso ordinario, che i cavalli soliti adoprarsi ne' trasporti portano sulle spalle, e quello che i medesimi strascinano per un piano orizzontale, o pochissimo inclinato. Vedo altrove anche la proporzione fra la forza dell' uomo, e del cavallo presa molto maggiore di quello, che ordinariamente si crede, pigliandosi da buoni Autori quella del cavallo

equivalente a quella di 7 uomini. Ma qui vedo questi e altri dati, o presi espressamente, o supposti tacitamente per poter tirare una formola dalla soluzione del problema, alcuni de' quali sono favorevoli ad uno de' due metodi, altri ad un altro, ciò che ricade nel difetto del nostro secolo, più generale ancora ne' calcoli sublimi applicati a gran problemi fisici, di escludere le condizioni incerte, o imbarazzanti per calcolarle.

36. Io so bene che il signor Abate dà questo come un piccolo saggio di quello che appartiene a un intero trattato sull' uso de' pozzi; ma vedo che da questa soluzione, almeno troppo incerta, ricava delle regole generali, e in vigore di queste prescrive le misure degli intervalli da pozzo a pozzo, le quali così rimangono troppo arbitrarie, e prive di fondamento. Io credo che questi rapporti non potranno mai aversi da' principj, ma dall' esperienze. I primi pozzi scavati potranno dar lume per vedere la proporzione della spesa de' due metodi, e regolare con un giudizio prudenziale la distanza conveniente de' seguenti; e appunto per li primi del traforo del monte il massimo riguardo è quello di collocarli in sito, che scansi le altezze eccessive.

37. Questa incertezza, e quella della durezza maggiore o minore, che si può incontrare nell' interno di esso monte, mi distoglierebbe dal ripiego che vedo insinuato, di dare a cottimo il lavoro. Questo si può adoprare quando con principj meno incerti si può calcolare a un dipresso la spesa necessaria: ma quando questa resta molto incerta, sicuramente colui, che dee fare il contratto; vorrà assicurarsi andando molto al di là di quello possa sperarsi che la spesa medesima possa salire. Credo che il fare a conto proprio con l' assistenza di persone intelligenti, attente, e fedeli, sia molto più espediente in tali circostanze; e la Repubblica fra i suoi Ingegneri ha sicuramente de' soggetti di tutto merito, e zelo, de' quali può fidarsi facendo fare i lavori a conto suo.

38. Alla asportazione delle materie appartiene anche l' esame, che il signor abate Ximenes fa nell' Articolo VIII, del metodo adoprato altrove di lasciare una buona parte del lavoro della escavazione alla forza della corrente medesima, che nelle rettificazioni de' fiumi, e in altre circostanze ha giovato per dilatare le sezioni, o ripulire gli alvei. Egli ha ben rilevate le ragioni, per le quali non può sperarsi qui nulla da un tale metodo, ed in ciò io sono pienamente d' accordo con lui.

39 Credo bene che l' acqua, dovendo correre in questo canale con una velocità considerabile, può fare un effetto cattivo corrodendo le ripe di esso, e introducendovi delle tortuosità, che sempre nascono ne' canali, ne' quali l' acqua corre con una velocità

maggiore della necessaria: la resistenza non potendo essere da per tutto eguale, si formano delle corrosioni laterali irregolari, con le quali il canale forma delle sinuosità, e si allunga, finchè per la lunghezza accresciuta la velocità si diminuisce, e arriva a quella, che conviene alla specie delle acque correnti per esso canale. Converrà arrestare un tal effetto al primo suo nascere, massime ove il canale è sotterraneo, e le corrosioni laterali debbono lasciare senza sostegno le parti superiori; ma queste attenzioni appartengono alla manutenzione più che alla formazione primitiva del canale.

40. Il paragone tra il canale aperto, e il sotterraneo con la determinazione del sito, in cui debba cominciare questo secondo, dipende in primo luogo da un punto, che io ho lasciato indeciso qui su, credendo che debba assoggettarsi a nuova considerazione, cioè, se debba darsi al canale tutta l'intera pendenza, oppure debba farsi sboccare qualche braccio più alto, formando per la navigazione una conca in fondo. In questo secondo caso, l'altezza del terreno sopra la linea del fondo essendo minore, il canale aperto dovrebb' essere più lungo, qualunque sia la vera profondità di questa linea, in cui il canale aperto comincia a divenire più svantaggioso del sotterraneo.

41. In ordine a questo limite esso è stato con molta sagacità ricercato dal sig. abate Ximenes nell' Articolo IX. dipendentemente da' calcoli delle spese necessarie per l'uno, e per l'altro genere di canale aperto, e sotterraneo, correlativamente alle diverse qualità delle materie, che si possono incontrare. In questi calcoli egli ha fatto molto bene a introdurre l'elemento del terreno, che si perde quando si fa il canale aperto; ma se nel canale sotterraneo vi vuole per la navigazione quello stradello, di cui io ho parlato qui su, il quale credo necessario per far tirare le barche all' in su dagli uomini con la loro azione continuata, conviene introdurre ne' calcoli ancora questo, di cui non vi è bisogno nel canale aperto, giacchè quei che debbono tirare possono camminare su in cima. L' escavazione è diversa, e la cubatura del terreno maggiore quando si debba aggiungere questo stradello, che senza di esso. La sua aggiunta dee anche alterare tutti i calcoli della Relazione, formati tanto pel traforo, quanto per la botte sotto il Serchio.

42. Questi calcoli sono fondati su due articoli, uno de' quali è la cubatura del terreno o altra materia, che si dee rimuovere, e dal prezzo che debba importare l' escavazione, e l'asportazione di ogni cubo di materia rimossa. In ordine al primo articolo esso dipende dalle misure de' solidi, che sono affatto elementari, e delle quali non vi era alcun pericolo che il sig. Abate non avesse sulle punte delle dita i giusti metodi, e non li adoperasse a dovere, come li ha sempre ben adoperati; ma dipendono ancora da varie ipotesi assunte,

dalle quali dipende la frequenza maggiore, o minore de' pozzi; dallo stabilimento della pendenza, e da varie altre cicostanze, che ne possono far variare considerabilmente i risultati. In ordine al secondo punto essa dipende dalle notizie prese su i luoghi, che mancano ad un assente. Detti prezzi sono molto diversi in diversi paesi: io non posso dubitare della piena cognizione che il medesimo sig. Abate ha di essi, trovandosi appunto sul luogo, ed avendo ne' paesi limitrofi fatto fare tante operazioni analoghe a queste. Vedo che tessendo tanti e poi tanti di detti calcoli, dee avervi impiegato un tempo considerabilissimo con un travaglio assai grande, e noioso. Io sono persuaso che il sig. abate Ximenes si sia bene assicurato della esattezza di questi, almeno nelle partite grosse; ne ho esaminati alcuni che o trovati giusti, ma non si può pretendere che io entri in un lungo esame di questo genere.

43. Una parte di questi calcoli ha per oggetto la botte sotterranea sotto il Serchio. Io non posso esaminare uno de' suoi fondamenti, ch' è il prezzo de' muri e volte, comune anche al resto del canale sotterraneo murato. Quello di che posso giudicare si è la scelta di uno de' tre metodi, ch' egli esamina per formarla, e sono pienamente d' accordo con lui, che il miglior partito si è quello di fare un anno la botte sotto una metà del letto attuale, e un altro il resto senza deviare il fiume nel tempo del lavoro, nè fare il lavoro di fianco, e a menarvi il fiume dopo; e approvo tutte le sue riflessioni, e precauzioni proposte in questo genere, toltane la esclusione dello stradello per tirare la barca, e la forma della volta, che vorrei più piatta.

44. La giustezza de' calcoli entra ancora nella valutazione di varj de' vantaggi che debbono risultare dalla grandiosa operazione proposta, come lo è la quantità de' terreni che si debbono acquistare, quella degl' altri che si debbono rendere migliori, e la valuta che avranno quelli ridotti a coltura, o migliorati. Su questi oggetti io non posso dare alcun giudizio essendo assente da' luoghi; e se fossi presente dovrei riportarmi per la massima parte alle stime degl' ingegneri della Repubblica, che il signor Abate indica, e che sicuramente saranno state fatte con tutta l' attenzione, e secondo i principj i più ben fondati sulla esperienza. Quantunque io abbia de' dubbj indicati di sopra sul preciso risultato della spesa totale proposta, come limite da non potersi oltrepassare; e la quantità precisa del guadagno da ricavarsi dipenda da codeste stime, sulle quali non posso dare alcun giudizio, ad ogni modo io vedo l' eccesso degli utili sulle spese così esorbitante, che non posso non confermarmi nel giudizio, che ho indicato da principio, del dover essere il vantaggio a molti e molti doppj maggiore della spesa. Dall' altra parte considerando

che questi lavori sono stati eseguiti in tanti luoghi senza spese eccessive, sono persuaso che questo non debba giungere in modo alcuno ad una spesa, che possa spaventare, e ributtare. Quindi considerando l'impresa per questa parte non posso dispensarmi dal commendarla, e consigliarla come sommamente vantaggiosa, mentre dall'altra parte la giudico non solo di esecuzione possibile, ma anche di riuscita sicura, quando s'intraprenda con le dovute cautele, le quali non possono essere trascurate da quei, che si troveranno sul luogo, massime avendo la Repubblica oltre il signor abate Ximenes anche tra' suoi medesimi Ingegneri, e Deputati, persone versatissime in questa specie di lavori, che sono affatto simili, o molto analoghi a quelli che tante altre volte essi hanno avuto per le mani, o sotto gli occhi.

45. Questo eccesso di vantaggio lo stimo sicuro anche indipendentemente da tre altri, de' quali mi rimane a parlare. Il primo appartiene al timore che così si toglie di ulteriori gravissimi svantaggi consistenti in un deterioramento continuo dello stato presente degli scoli: il secondo al miglioramento notabile del Porticciolo di Viareggio: il terzo all'acquisto di una navigazione diretta dalla città fino a detto Porticciolo.

46. In ordine al primo, io sono persuaso che restando le cose come ora si trovano con gli scoli da una parte in Arno, e dall'altra nel Serchio, questi anderanno deteriorando, ma non ne credo l'aumento sì grande, e sì prossimo come lo vedo minacciato nella Relazione. Per conto del Serchio io inclino molto a credere che, se non si rialza la Steccaia di Ripafratta, il letto di esso non si anderà per ora rialzando sensibilmente; esso dovrebbe oramai avere fissata la pendenza del suo fondo, da cui dipende quella del pelo correlativo alle acque, che vi si scaricano dalle piogge, e sorgenti della superficie che pende verso di esso fiume. La pendenza del letto del Serchio fino al mare, la vedo tale da non temere per lungo tempo alcuna precisa necessità di nuove elevazioni della Steccaia. Quando col continuo avanzarsi della spiaggia la pendenza vada a diminuirsi, vedo bene che una tale elevazione potrà divenire utile alle fabbriche, e mulini del Pisano; ma sarebbe una cosa assolutamente ingiusta il procurarsi codesto vantaggio con l'impedire il corso libero delle acque superiori, per cui hanno un positivo diritto naturale i popoli adiacenti.

47. Dalla parte dell'Arno so bene che in varj luoghi il suo letto si è pure alzato per varj impedimenti artificiali di Steccaie, contro alle quali ho inteso io stesso farsi dal medesimo sig. abate Ximenes delle vivissime esclamazioni, onde la massima presente, e l'interesse della Toscana medesima evidentissimo tende a distruggere piuttosto

codesti impedimenti, che ad aumentarli. La protrazione della linea in mare accresce un poco la elevazione del letto; ma questo effetto arriva ad essere molto minore in una distanza di tante miglia dalla foce, ed è molto più lento di quello pare che si supponga, supponendosi imminente il pericolo di grandi deterioramenti. Non so quali siano stati i motivi, che hanno fatto rialzare tanto in sì breve tempo gli argini del Bientinese dalla parte del lago; ma ho avuto notizia di una visita fatta, non ha gran tempo, al lago medesimo di concerto da' deputati della Repubblica e della Toscana, nella quale i limiti della gronda di esso lago contro a quello, di cui il Toscano era persuasissimo, si sono trovati con sua sorpresa nel medesimo sito, in cui erano moltissimi anni addietro, ciò che mi fa credere meno imminente il minacciato pericolo. Si aggiunge che come tutto il deterioramento degli scoli da quella parte non può nascere che dall'inalzamento del pelo dell'Arno, il quale è tanto pregiudiziale alla Toscana, vi è tutta l'apparenza che questa cercherà tutti i mezzi per impedirlo, anzi che per diminuirlo. Tutte queste riflessioni mi fanno ravvisare questa impresa come sommamente vantaggiosa, ma non come tanto indispensabilmente necessaria quanto pare che si rappresenti nella Relazione medesima (1).

48. In ordine al secondo vantaggio indicato al numero 45, io sono persuasissimo che questa impresa sarà sommamente vantaggiosa al Porticciolo di Viareggio senza recare alcun considerabile, anzi alcun sensibile danno ai terreni adiacenti coltivati. Già ho indicato di sopra il fondamento di questo mio giudizio. Indipendentemente da tutti i calcoli fondati su delle teorie o manifestamente false, o incerte, si vede a occhio, che la grande espansione delle acque nuove sulla vasta superficie del lago di Maciuccoli, e de' pantani adiacenti non permetterà che questa abbia un alzamento rimarcabile: i canali, che condurranno queste acque alla foce di Viareggio, ben curati non eleveranno che pochissimo la loro superficie, impedendosi una considerabile elevazione dalla velocità delle acque accresciute. Le acque delle piene straordinarie, che si scaricheranno pel nuovo canale, non anderanno addirittura alla medesima foce, ma successivamente, e a poco a poco; vi sarà un corpo maggiore di acqua in tutto quel vasto recipiente, che per più lungo tempo ne anderà somministrando una copia maggiore a' canali, ciò che farà che senza una elevazione considerabilmente maggiore, si rimuovano più presto, e più stabilmente gli arresti delle arene portate dal mare in faccia alla foce medesima, e impedirà in gran parte i nuovi, che vi si solevano formare dianzi.

(1) Vedasi la Lettera alla fine delle Riflessioni.

49. Ho veduto con piacere nella stessa Relazione che le materie grosse strascinate dal fiume di Camaiore in mare non solo non arrivano fino alla foce, ma si arrestano in una considerabile distanza da essa. Se mai non mi ricordo in una mia antica Memoria su quel porto vedendo le materie leggiere portate giù da esso fiume, e distribuite sulla spiaggia non solo fino alla foce medesima, ma più in là verso la mano manca, espressi il mio timore su questo arrivo delle materie grosse ancora da quella parte. Giacchè correlativamente alle osservazioni minute, e diligenti, che il sig. abate Ximenes ha fatto fare agl' Ingegneri della Repubblica, cessa questo timore, la minorazione de' mali di esso Porto viene ad essere molto meno difficile. Io ne ricavo che i banchi in faccia alla bocca sono formati solamente dalle materie, che vengono dalla parte sinistra, e sono quelle che il Serchio porta giù, e le correnti distribuiscono sulla spiaggia facendola avanzare, e di cui una parte trattenuta anche dalla continuazione del moto delle acque, che si scaricano per la foce, si arresta a formare que' banchi, e un'altra portata anche più avanti, fa crescere ogni anno essa spiaggia anche dalla parte destra.

50. In quella Memoria io feci vedere quanto sarebbe stato non solo inutile, ma anche nocivo quel molo, ch' era stato proposto a fòrma di una specie di cappello da farsi in faccia alla bocca a una certa distanza per ristringere la corrente, che l' Autore supponeva generale, e continua da sinistra a destra fra esso molo, e la spiaggia, e costringerla a pulire il fondo, e tenerlo escavato. Vedo con piacere rigettato codesto progetto, e dichiarato pernicioso ancora dal sig. abate Ximenes. Io non mi ricordo bene se in quel tempo io avea ancora veduto l' effetto di certi, che sull' Adriatico chiamano guardiani, e sono una specie di palizzate, o di moli costruiti perpendicolarmente alla spiaggia per impedire l' arrivo delle materie strascinate lungo la spiaggia medesima dalle correnti. Queste correnti non hanno mai una direzione perpendicolare alla spiaggia, perchè l' acqua non può avanzarsi verso quella parte, la quale non può continuare il suo movimento per dar luogo all'altra, che dee venire appresso; onde le materie che si trovano in qualche distanza nel fondo del mare, non sono quelle che vengono verso il lido. Feci vedere in che consistesse l' equivoco di chi calcolando la velocità, con cui le onde si avanzano verso la spiaggia, attribuita ad essa la spinta delle materie verso la medesima. L' avanzarsi delle onde non forma una corrente di acqua, che abbia un moto progressivo fuorchè al fine, ove l' onda alzatasi si scarica sul lido, e va alternativamente innanzi e indietro. L' acqua si alza e abbassa verticalmente e il sito del successivo alzamento si varia in maniera da formare il successivo avanzamento dell' onda senza moto progressivo dell'acqua, massime di quella del

fondo, la quale, quand' anche si avanzasse, troverebbe ivi la difficoltà della salita, che dovrebbero fare le materie pel fondo, che s' inalza verso la spiaggia.

51. Ho ivi rilevato ancora, che la corrente generale del Mediterraneo, che per le coste d' Italia, Francia, e Spagna si avanza verso lo stretto di Gibilterra, d' onde essa parte, e si avanza lungo le coste dell' Africa, non s' inoltra nel interno del seno, che si trova tra il monte Nero di Livorno, e i monti della Spezie. Si forma bene una corrente da' venti, che per poco che siano inclinati spingendo le acque obliquamente, le costringono a correre lungo la spiaggia dall' angolo acuto all' ottuso, e a strascinare seco le arene del lido, spandendo anche per molte miglia lungo la medesima spiaggia quelle materie, che sono scaricate in mare da' fiumi vicini. Di queste correnti, secondo la diversa direzione de' venti, se non debbono formare ancora a Viareggio, tanto dalla parte sinistra verso la destra, quanto dalla destra verso la sinistra, ed io era persuaso che le prime avrebbero strascinato verso la foce tanto le materie grosse scaricate dal fiume di Camaiore, quanto quelle del Serchio trascorse in vigore delle altre correnti da sinistra a destra. Ma giacchè quelle osservazioni pare che dimostrino il contrario, convien dire che i venti da quella parte sieno meno violenti, onde non formino che delle correnti troppo deboli, e incapaci di strascinare le materie grosse scaricate dal fiume di Camaiore. Il male verrà solo dalla parte sinistra, basterà l' applicare il rimedio solamente da quella parte.

52. In Fano vi è una specie di porto formato alla foce di un fiumicciattolo, ed ha i suoi moli. Le correnti cagionate dai venti impetuosissimi, che ivi spingono le acque obliquamente dalla mano dritta alla mano manca, sono così violenti che strascinano non solo le arene, ma ancora le brecce scaricate da un fiume, che si trova da quella parte non molto lontano. Queste non solo si arrestavano in faccia alla bocca, ma spesso saltavano in aria sopra il molo, cadendo nel canale, e chiudendo totalmente la medesima bocca, finchè l' acqua di esso alzatasi fosse in istato da spingerle, e aprirla. Dopo una quantità di rimedj dispendiosissimi, e tutti inutili, fu proposto ed eseguito uno di questi guardiani, che arrestò il corso di quelle materie, e la bocca si trovò dopo stabilmente aperta.

53. Quel guardiano ivi fu fermato troppo vicino alla foce, avendolo cominciato accanto al molo stesso esteso obliquamente per allontanarne la punta dalla bocca: fu anche formato troppo debole da non potere resistere lungo tempo alla furia di quelle correnti, che ivi sono formate da' venti violentissimi, onde soffrì considerabilmente, e non so in che stato si trovi presentemente quel piccolo porticciolo; ma io sono persuasissimo che quella specie di rimedio, adoprato a

dovere, debba riuscire efficacissimo in simili circostanze; e quello del Porto di Viareggio mi paiono tali da richiederlo assolutamente, e indispensabilmente. Credo che il cambiare la direzione de' moli non farà mai gran cosa, e da tanti cambiamenti fatti inutilmente si ricava a mio giudizio che conviene ricorrere ad altro espediente. Que' cambiamenti sono stati utili col serpeggiare di quel canale a mettere un poco al coperto le barche dalla infilatura de' venti, e rompere le onde; ma finchè le correnti laterali cagionate dalla spinta de' venti potranno strascinare le materie portate in mare dal Serchio verso la foce, facendo avanzare ivi ancora la spiaggia, il fondo anderà scemando, e dette materie arrestate in parte dalla corrente dell' acqua, ch' esce da essa foce, e in parte dal ritorno dell' acqua delle onde, che rotte sul lido vanno ivi innanzi e indietro, si troverà ad ogni tanto una considerabile mancanza di fondo fuori della bocca, e si formeranno de' banchi in faccia.

54. Ma se in qualche distanza, come di un mezzo miglio, si forma un molo perpendicolare alla spiaggia avanzato in mare di alquante pertiche, esso arresterà le materie del Serchio strascinate dalle correnti, e la bocca del canale, e il tratto contiguo intorno si troveranno stabilmente liberi dagli arresti con un fondo sufficiente stabilito, senza che la spiaggia medesima ivi possa avanzarsi. Si anderanno addossando le materie all' angolo dietro il molo, e non passeranno avanti che quando avranno empito tutto quel sito con una sinuosità fino alla punta. Vi vorrà del tempo per questo, e allora si potrà slungare il molo medesimo. Questi allungamenti saranno tanto più rari quanto più si anderà innanzi, perchè si troveranno i siti più profondi, e la linea curva della riempitura avrà il suo principio più lontano dal molo.

55. In vece di un molo murato si potrà adoprare semplicemente una fila doppia di palizzata ficcando i pali ben profondi, legandoli con traverse orizzontali parallele, e perpendicolari alle loro file, ed empiendone l' intervallo con fascine, e sassi, come si fa a Fiumicino, ch' è l' imboccatura navigabile del Tevere, con quelle che ivi si chiamano passonate, e si avanzano in mare fino al sito di un fondo sufficiente a ricevere i navicelli, e le tartane. Come l' arena vi si anderà addossando dietro, essa medesima servirà a rassodare il lavoro contro l' urto dell' onde, le quali per altro in sito di spiaggia poco profonda non sono mai eccessivamente violente.

56. Dove le correnti sono forti da amendue i lati, si possono fare due di questi guardiani uno per parte: la spiaggia si avanzerà fuori di quell' intervallo, e in esso si formerà una specie di seno, in mezzo a cui si troverà la foce sgombra di arresti. Se qui, contro a quello che si ricava dalle suddette osservazioni, si trovasse che anche

la corrente della mano dritta corrodesse la spiaggia bastantemente per ammettere le materie verso la bocca, si potrà adoprare il rimedio del doppio guardiano, uno per parte: questo sarà anche più efficace in Viareggio, dove uscirà fuori dalla bocca una corrente quasi continua, o almeno molto meno interrotta di quello, che lo è presentemente dalle maree alte, e dalle tempeste, formata di acque chiare perenni, che non depositeranno nulla, ed aiuteranno a tenere abitualmente pulito, ed incomparabilmente migliore quel piccolo porto.

57. Il terzo, ed ultimo vantaggio, di cui mi era proposto di parlare è quello della navigazione diretta, che si può acquistare dalla città a Viareggio, e per conseguenza una comunicazione libera co' paesi lontani senza dipendenza dagli stati altrui. Questo sicuramente è un vantaggio prezioso, massime dovendosi perdere l'altra navigazione, veramente poco felice e incomoda, e soggetta alla giurisdizione della Toscana, ma pure navigazione attualmente esistente per la Serezza. Io la desidero molto, ma non posso lasciare di far riflettere, che se si lasciasse da parte codesto vantaggio, contentandosi solamente dello scolo, che ne dà tanti altri, la spesa si diminuirebbe moltissimo. Non vi sarebbe bisogno di quello stradello, o banchina continuata per tutto il canale sotterraneo, che credo assolutamente necessaria per la navigazione, e che costringe a dare una larghezza tanto maggiore a un tratto sì lungo, il più difficile di esso canale.

58. Inoltre io sono persuaso, che per avere un puro scolo, basterebbe un canale molto più ristretto di quello, che qui si propone, massimamente se si dà al medesimo tutta la pendenza, che può avere. Si sa che i canali, che partono da un recipiente, scaricano tanto maggiore quantità di acqua, quanto la pendenza è maggiore. Quindi per un canale tanto inclinato correrebbe in tempo uguale una quantità d'acqua molto maggiore, che per la Serezza quasi orizzontale, quando anche esso fosse molto più ristretto, e si sarebbe più sicuri da ogni specie di deposizioni, e arresti. La navigazione principalmente è quella, che mi fa dubitare, come mi sono espresso di sopra, se debba darsi al canale tutta la pendenza, oppure una inclinazione molto minore con una conca nel fondo. Conviene esaminare quale possa essere l'eccesso della spesa abituale necessaria per portare le robe, che la città, ed i paesi superiori possono mandare fuora, o ricevere da' paesi esteri per terra, o parte per terra e parte per acqua dalla città a Viareggio, e da Viareggio alla città, e vedere se il fondo necessario per codesto aumento di spesa possa temersi inferiore a quello, che vi vuole per accrescere la larghezza del canale, e renderlo atto ad avere una tale navigazione.

59. Così mi trovo alla fine delle riflessioni, che riguardano lo

stato fisico dell' affare, correlativo principalmente alla presente costituzione delle circostanze. Suggerirò dopo di esse la seguente considerazione, ed è che mentre ora i terreni della Repubblica hanno due scoli determinati dall' attuale pendenza naturale del terreno, uno verso il Serchio e l' altro verso l' Arno, con questa operazione non tanto si riduce ad averne un solo, ma, oltre alle acque sue, viene la Repubblica a ricevere una quantità di acque della Toscana, cioè di tutto il terreno Toscano adiacente al lago incluso forse anche tutto il Bientinese, e l' altro che si trova alla destra della Serezza. Per una sì grande quantità di acque non vi rimarrebbe lo scarico che per un' unica strada. Questa è una riflessione, che va fatta, e non posso dispensarmi dal suggerirla; ma insieme dico che essa non mi spaventa, nè mi rimuove dal consigliare positivamente l' impresa, purchè si adoprino le cautele, che stimo necessarie per ogni accidente futuro. Se vi fosse speranza di scolare le acque del lago, e sue adiacenze per l' altra via indicata dalla natura con la pendenza del terreno, consiglierei ogni tentativo per riuscirvi.

60. Lo scolo per quella parte può migliorarsi con la rimozione di tutti gli ostacoli, che s' incontrano in Arno, e con l' accrescere la pendenza di esso per via di rettificazioni del suo letto, il quale, come vedo nella carta, serpeggia molto fra la Serezza e Pisa, e forse anche fra Pisa, e il mare, la quale operazione diminuirebbe anche le piene superiori di esso Arno. So poi che per iscolare il Bientinese si era proposta altre volte una botte sotto l' Arno; onde con una botte sotto di esso potrebbe farsi fare scolare lo stesso lago, il cui fondo è superiore a quello delle pianure situate di là da esso fiume, ma sicuramente potrebbe diminuirlo. Non so poi quale sia la grossezza del monte verso Vico-Pisano, e se vi sia modo da mandar via l' acque superiori al mare col suo traforo. Tutte queste operazioni assicurerebbero la Repubblica molto più per ogni accidente futuro; ma non ho alcuna speranza che possa pensarvisi seriamente.

61. Questo accidente futuro non è impossibile; esso consisterebbe in una di quelle rivoluzioni, che accadono sul globo, e che potrebbe impedire l' unica strada residua per lo scolo di tante acque. Non parlo delle grandi rivoluzioni, per le quali i monti nascono, e si sprofondano, come anche tante isole sono nate e scomparse, nè di quelle minori, per le quali essi a mio credere non così di rado si alzano un poco, o si abbassano; ma un Terremoto più violento de' soliti può scuotere la montagna, e il piano, e rovinare i muri, e le volte del Condotto sotterraneo, arrestando così il corso alle acque, che impedito per sempre lo scolo per l' altra via, innondarebbero le campagne tanto le Toscane, quanto le Lucchesi del fondo del lago ridotte a coltura, e le adiacenti, e inoltre le Lucchesi di tutta la

sua pianura. Una simile disgrazia non è probabile se il lavoro si fa con la debita solidità; ma è ben possibile e le gravissime, e perniciosissime conseguenze mi spingono a suggerire che sarebbe bene di premunirsi anche contro una sumigliante disgrazia.

62. Se per un simile timore si dovessero abbandonare le grandi imprese, si sarebbero in tanti stati perduti tutti i grandi vantaggi, che si sono ricavati da operazioni simili a questa, e ad altre moltissime. Questi nel caso nostro, durando la presente costituzione delle circostanze, sono grandissimi, nè vi è menomo danno da temersi dalle acque Toscane ammesse nel Lucchese, finchè il canale esiste illeso, e dà libero scolo alle medesime fino al lago di Macinccoli per un Condotto tanto profondo; ma conviene a mio giudizio, premunirsi anche contro un simile accidente, e questa precauzione consiste nell' impedire che il canale della Serezza con le sue cateratte sia distrutto, o danneggiato, per potere in ogni caso di codesta possibile disgrazia tornare al sistema presente meno felice, ma non altrettanto intollerabile, quanto lo sarebbe la perdita del nuovo canale da una parte, e quella della Serezza dall' altra. Suggerisco queste riflessioni, quantunque io desideri l' esecuzione del progetto, e tema che quei, che non esaminano le cose a fondo, possano a torto prenderne delle impressioni sinistre, perchè credo mio dovere il presentar l' affare nel vero suo lume, acciò la risoluzione si prenda con piena cognizione della sua natura.

63. Aggiungo per ultimo un' altra riflessione quantunque io sia persuaso, che essa non sarà sfuggita alla penetrazione de' signori Deputati, che per la spesa conviene chiedere alla Toscana una contribuzione proporzionata ai rispettivi vantaggi: tra questi va considerato l' acquisto de' nuovi terreni coltivabili, il miglioramento di quelli, che sono attualmente coltivati, e anco lo sgravarsi da tante sue acque gettate sul Lucchese senza menomo suo pericolo.

64. Queste sono le riflessioni, che mi si sono presentate allo spirito nell' esaminare l' affare propostomi, e la relazione che lo contiene con tutta quella premura ed attenzione, che dee avere un cittadino per la sua patria, e molto più se non è tale per un effetto necessario delle cause naturali, ma per una libera scelta di adozione; ma mi rimetto in tutto al più purgato giudizio de' signori Deputati, e di tutto l' Eccellentissimo Consiglio, quale sarò sempre prontissimo a servire con tutto lo zelo possibile in qualunque congiuntura, in cui si degni prevalersi della mia opera.

Copia di Lettera di Parigi in data del dì 8 Aprile 1781 del signor abate Boscovich scritta al signor Gio. Attilio Arnolfini, da servire per Appendice alle sue Riflessioni sopra il nuovo Ozzeri.

Ricevo la sua de' 20 Marzo con alcune osservazioni sulle mie Riflessioni, alle quali rispondo, e la prego di unire una copia di questa risposta alle medesime.

In primo luogo sento che ho preso un equivoco su quello che ho detto al n.° 47 appartenente all' estensione del lago. La supposizione, che io ho intesa pel lago di Bientina, a quello ch' ella mi scrive, appartiene all' altro di Maciuccoli. Se io fossi stato presente costì avrei facilmente schiarito codesto punto di fatto locale. L' ho attribuito al primo più facilmente, perchè da una parte la persuasione, in cui era, che da gran tempo la Steccaia di Ripafratta non sia stata rialzata, e dall' altra pure da gran tempo il perno resti a un dipresso verso gli stessi siti dell' Ozzeri mi pareva evidente, che il pelo del Serchio non poteva essersi alzato in tanta vicinanza della Steccaia, se questa non era stata rialzata, tanto più che la bellissima, ed utilissima operazione, con cui ella ha frenate l' espansioni di detto fiume, dee averne piuttosto escavato il fondo, e accresciuta la velocità delle sue acque; e l' alzamento del pelo del lago di Bientina par evidente, che debba fare accostare il perno al recipiente se questo si mantiene alla medesima altezza, e molto più se si abbassa. Non vi è che un considerabile eccesso di pendenza dal perno al lago sopra il bisognevole a scaricarvi le acque laterali, che possa impedire l' accostamento del medesimo perno al recipiente nelle due supposizioni. Questo punto dipende dall' esame locale, e dalla livellazione dell' Ozzeri, che noi facemmo insieme, di cui io non ho copia. L' altro dell' alzamento del pelo del lago di Bientina può verificarsi direttamente con l' esame degli stabili, sulli quali debbono essersi segnate in addietro le sue altezze, e indirettamente co' limiti della sua ordinaria espansione sulle sue gronde. Codesti punti si possono liquidare facilmente costì. Ella avrà sicuramente de' documenti, che possano dimostrare codesto inalzamento, e un recente, e continuato accrescimento della infelicità degli scoli, per cui possa temersi che in breve il male si riduca ad essere assai pernicioso. In tal caso il rimedio del nuovo scolo attraverso de' monti, che io ho consigliato come sommamente vantaggioso, si renderà necessario, e converrà sollecitarne l' esecuzione. Questi punti possono, e debbono verificarsi costì.

In ordine ai calcoli fondati su delle ipotesi, che sono sicuramente false, per determinare l' altezza, alla quale arriverà un recipiente per l' arrivo d' un influente, io per me li eviterò sempre credendoli

un ornamento inutile è vano. Se il Frisio non approvò quella parte dell' opera del Lecchi, in cui egli evidentemente dimostra l' insussistenza delle teorie comunemente adoperate, e anche le suggerite dagli Autori i più classici, io sono veramente di sentimento contrario, ed io ho suggerito tutto quello, che si trova nelle due prime parti di quell' opera al medesimo Lecchi, nelle quali si vede abbastanza una precisione d' idee, e solidità di ragionamenti molto diversa da quello, che si trova in tutte l' altre sue Opere. Io gli suggerii pur quello che appartiene al caso, in cui l' asserzione del Gennetè potrebb' esser vera; ma credo quel caso rarissimo, e la circostanza della somma delle resistenze accresciute, uguale alla somma delle forze, che si aggiungono, col supporre la velocità proporzionale alla nuova quantità di fluido, non cade sotto l' ispezione oculare, nè potrà mai verificarsi ne' casi particolari. Il mettere la diffidenza quelle teorie, e i calcoli fondati sopra di esse, giova a far vedere la necessità di un gran numero di osservazioni, e di esperienze, per poter alla fine trovar delle regole, che diano qualche probabile risultato, e almeno assicurino de' limiti. Credendo io inutile quella sorta di calcoli, ho indicato il mio sentimento, ch' è quello d' impiegare un giudizio prudenziale di persone, che hanno molta pratica in queste materie. Ho affermato che il sig. abate Ximenes dee avere in questo genere una grandissima preferenza, avendo una grandissima esperienza unita al suo talento. Ella ancora ha molta esperienza, e l' hanno forse varj de' loro Ingegneri: ne ha il sig. Zanotti, la cui ispezione locale sarà perciò anche giovevole; ma un poco più o un poco meno di altezza dell' acqua nel nuovo Ozzeri non tira a conseguenza. Si vede a occhio che la grande pendenza per codeste, che saranno acque chiare, dee far presto smaltire le piene. L' espansione grandissima di esse sul lago di Maciuccoli fa vedere ad evidenza che non vi può essere un considerabile rialzamento di pelo nelle fosse, che le porteranno al mare, e basta un colpo d' occhio sulle carte per fare svanire i timori di quelli, che hanno i torrenti adiacenti: sicuramente non possono averne alcun notabile pregiudizio.

I calcoli della spesa sono di altra natura: in essi si può avere con una morale sicurezza il limite, oltre al quale essa non anderà: La maggior parte de' dati è sicura, e la quantità dell' escavazioni necessarie si determina con precisione geometrica. In ordine a questi, io ho esposto la necessità di ricominciarli, adoprando altri dati, o si voglia la navigazione, o no. Io poi non poteva portare alcun giudizio sulli prezzi. Ho reso però la dovuta giustizia al sig. abate Ximenes, dicendo, che avendone rifatti varj li ho trovati giusti; ma in tanta moltiplicità vi è sempre del pericolo, al quale conviene andare innanzi. Sono molto interessanti i calcoli delle effemeridi sopra

tatto per la marina. Un Accademico il più accreditato in ordine al calcolo materiale numerico fa la conoscenza de' tempi ogni anno in Parigi, e ogni anno vi si trovano degli sbagli, perchè è solo. In Londra, dove non si bada a spesa, tre calcolatori sono impiegati per li luoghi della Luna, dell' Almanacco Nautico, e ben pagati. Quando non si trovano conformi i risultati di due, il terzo dee rifare, e vedere, dov' era lo sbaglio. Trattandosi di oggetto sì interessante ho insinuata, e provata la necessità di far verificare codesti calcoli, ed insisto anche ora sulla necessità di far rifare da' loro Ingegneri quelli, che si doveranno far ora su' nuovi dati. Ho rilevata l' incertezza della teoria del sig. abate Ximenes sulli pozzi, la quale rende meno sicuri i medesimi dati fondamentali in quel genere; ma ciò mi è parso necessario per far vedere che codesta sorte di lavori non può darsi a cottimo che al più dopo le prime esperienze. Questo articolo rende un poco incerto il risultato, ma si possono facilmente oltrepassare i limiti della spesa, che possa temersi in questa parte, e questo non è un grande oggetto. L' incertezza resta sulla costituzione dell' interno del monte; ma qui ancora si può cacciar via ogni timore col vedere, che simili operazioni si sono eseguite con delle spese molto mediocri in tanti siti. Io ne ho accennato qualch' uno, oltre a quelli che il sig. abate Ximenes aveva nominati. Ma è cosa troppo notoria che ve n' è una grande quantità tanto fra gli antichi, che fra i moderni.

Vedo con piacere che s' inclina a fare un semplice canale di scolo. Sicuramente male si accordano insieme canale di scolo, e canale di navigazione. Il primo richiede molta pendenza la maggiore possibile; il secondo la minima, talmente che ovunque essa è un poco grande conviene adoprare le conche, o sia chiuse. Determinandosi al semplice scolo sicuramente la spesa diminuirà moltissimo, com' ella ha trovato, e in questo genere vedo pure con piacere, che la mia memoria non è stata inutile. La volta potrà anche farsi più piatta, e allora sarà utile la generalizzazione che ho dato per la costruzione della volta su' principj analoghi a quelli, ch' esso sig. Abate aveva adoprati. Il canale sotterraneo sarà, credo, da preferirsi dovunque, l' aperto porta spesa maggiore.

Mi resta a parlare della difficoltà, che ho giudicato di non omettere de' terremoti. Questa ho ben detto che non dee ritirare dall' impresa, ma dee solamente determinare a garantirsi sul diritto di ritornare allo stato antico in caso di una somigliante disgrazia straordinaria. Credo codesto pericolo molto minore in un piano, che in un monte, perchè i luoghi montuosi sono più soggetti a' terremoti, che i piani. Il canale sotterraneo in un monte può soffrire un danno più difficilmente riparabile, che l' aperto in un piano. Queste riflessioni

mi sono parse necessarie per precauzionarsi. Non temo una disgrazia imminente in questo genere, ma la sua possibilità mi spinge a raccomandare che si stipuli la conservazione del canale della Serezza con le visite di tanto in tanto, e con l'obbligo agli adiacenti di rifarne i danni, se l'ingombrano col lavorare i bordi, e farli cadere nel fondo. I terremoti non danno alcuna speranza di vantaggio con una voragine, che possano aprire. Questa è più rara, che lo scombussolo degli strati interni, e poi presto si empie, e lascia libero il corso al resto.

Queste sono le riflessioni, che ho giudicato di esporre in questa lettera, pregandola di unirne una copia alla mia memoria, e con le più sincere espressioni mi confermo per sempre.

ESAME
DEL PROGETTO DEL NUOVO OZZERI
DI
EUSTACHIO ZANOTTI.

1. L' esame a me commesso del canale nuovamente progettato, il quale dal lago di Sesto porti immediatamente le acque fino al mare di Viareggio, siccome ha per oggetto un affare di grandissima importanza, così dimanda ben giustamente, ed esige da me ogni maggiore diligenza, ed attenzione. Si tratta per una parte di una spesa assai ragguardevole, e gravosa alla pubblica economia, e per l' altra di metter riparo ad un danno gravissimo, che d' anno in anno renderassi sempre maggiore, qual' è la perdita di vaste campagne di ottima qualità, rese pur troppo infruttifere dalle escrescenze, e dalle espansioni del lago di Sesto. Quanto è più lusinghiera la vista di sì grande guadagno, tanto vuolsi usare ogni maggior cautela e circospezione per non mettersi a rischio di perdere l' opera e il danaio in un vano ed inutile tentativo. Veramente la relazione del celebre signor abate Ximenes dà la più giusta, e più compita idea che mai si possa desiderare di un tale progetto. Esamina egli con tale e tanta accuratezza le operazioni tutte da eseguirsi, e sì ne dimostra gli effetti, che sembra tolto a chicchessia il luogo di fare nuove riflessioni, o di farle utilmente. Perchè se prendo pure anch' io a trattare la stessa causa, perciò solo il fo perchè non mi è lecito di non ubbidire a chi si è degnato onorarmi de' suoi comandamenti. Che se mai in alcuna cosa non convenissi pienamente con esso lui, non intendo io già di contrapporre, ma di sottoporre piuttosto il mio al parer suo.

2. E primieramente per incominciare da quello ch' è il principio è la primaria cagione dei presenti disordini, egli è fuori di dubbio, che questi non d' altronde provegono se non dalle acque torbide de' fiumi, per cagione delle quali vanno continuamente avanzando, ed inoltrando entro mare le spiaggie. Il Po secondo i computi del signor Carena (1) ogni 66 anni protrae il lido niente meno d' un miglio. Ravenna, che al tempo di Augusto sedea sul mare, oggi n' è lontana

(1) Miscel. Tauri. Tom. II.

più di tre miglia, e cotesta spiaggia del Mediterraneo, ove sboccano i quattro fiumi Magra, Camaiore, Serchio, ed Arno, si prolunga ragguagliatamente d' anno in anno braccia quattro, oppure cinque. Così ristringendosi vieppiù sempre d' ogni intorno il recipiente di tutte le acque, il mare è forza che allo stesso tempo se ne vada rialzando la superficie, come dimostra Eustachio Manfredi (1) con fisiche teorie, e con osservazioni sopra stabili antichi, riferiti al pelo del mare. Il quale alzamento, prendendo una misura di mezzo fra tutti i risultati, par veramente non possa essere minore di once 3 ogni secolo. Ora se ogni fiume dee prolungare il suo corso per giugnere nel mare, che sempre più si ritira; se cader dee in un recipiente, che va di mano in mano crescendo d' altezza, chi non vede che sarà costretto di rialzare il fondo, e il pelo insieme della sua corrente, e quindi rendersi incapace di ricevere a luogo a luogo quegli scoli che prima aveano in esso un libero ingresso? Le quali naturali vicende se si applicheranno al lago di Sesto, si rende tosto chiara, e manifesta la cagione, perchè sempre più si difficulti in Arno il suo scarico, e perchè in seguito delle materie, in esso portate da' suoi influenti come dalle due Visone, dalla Fossa Nuova, dal Leccio, e dal Rogio, abbia a scemare la capacità di esso lago, ad elevarsi per conseguente la sua superficie, ed a seguirne in fine quelle espansioni, che danneggiano cotanto i campi adiacenti. Che se paresse ad alcuno che non s' abbia a fare nessun conto degl' interrimenti del lago, sapendosi per le antiche memorie che il lago sempre vi è stato, il quale per altro in sì lungo tempo, avrebbe dovuto colmarsi affatto, se pur fosse sensibile l' effetto delle torbide ivi deposte, rispondo che più insensibile certamente dee essere l' effetto delle torbide, che portano i fiumi nella Palude Meotide, e nel mare Eusino, e nondimeno Polibio, e prima di lui Aristotele, non dubitarono di affermare che con l' andare del tempo l' uno e l' altro mare finalmente s' interrirà. Siano pure quanto si vuole antiche, e rimote da' nostri tempi le memorie del lago, se niuno mi saprà dire qual ne fosse anticamente l' estensione, quale la profondità, e fino a qual segno giugnessero le maggiori escrescenze del fiume Arno, unico recipiente di cotesta acque, mi sarà sempre permesso di credere, che i paduli all' intorno fossero una volta parte del lago medesimo, e che a poco a poco per le torbide degl' influenti sieno stati ridotti in quello stato, in cui sono presentemente. Sebbene a che cercare prove degli effetti sensibili provenienti dalla torbidezza degl' influenti, dopo che l' Autore stesso della Relazione ha creduto necessario il ripiego di un Lagacciolo per depurare le acque?

(1) Accad. Bon. Comment. Tom. II. Pars I.

3. Essendo per tanto stata proposta, come l'unico rimedio che resta a salvezza de' terreni soggetti alle inondazioni, una nuova inalveazione, il punto più importante ad esaminarsi, ed a cui, come a primario scopo, mirare debbono sopra tutto le nostre ricerche, vuol essere la pendenza, la quale se non fosse proporzionata alla natura, ed esigenza delle acque, riuscirebbe vano ogni tentativo. Vero è però che dopo esserci assicurati della necessaria pendenza, prima di metter mano all'opera, conviene inoltre fare il calcolo della spesa per vedere se essa sia dal beneficio compensata. Questa spesa per altro può dirsi un ostacolo rispettivo, e il superarlo dipende dall'arbitrio, e potere di chi dee farla; laddove se manchi per sorte la pendenza, non è in poter nostro di rendela sufficiente. Ora poichè l'esame della pendenza dipende da quello della torbidezza, e dell'altezza, che avrà l'acqua nel canale nuovo, giova qui riferire brevemente le osservazioni, e gli sperimenti, che sopra la torbidezza delle acque furono fatti nella visita de' primi giorni d'Aprile del corrente anno 1781, rimettendomi nel rimanente a quanto viene minutamente descritto nel giornale di essa.

4. Si fecero varj saggi fino al numero di 36 delle materie componenti il fondo del lago di Sesto presi a diverse distanze dalla sponda. Le materie estratte incontro allo sbocco degl' influenti che portano delle torbide, disseccate che furono si trovarono di un colore tra il cenerino e il giallognolo, friabili, e di grana finissima, tali in somma che ben mostravano non essere dell'antico fondo del lago, ma piuttosto deposizioni degl' influenti. Per lo contrario ove i saggi si trassero a maggiore distanza dalla gronda, quantunque la materia fosse da prima sciolta di molto, e scorrevole, pure, riasciutta che fu, divenne un corpo durissimo di colore oscuro, e nericcio; ed uno di cotai pezzi immerso nell'aceto produsse in esso quella medesima effervescenza, che produrre sogliono gli alcali nella loro mescolanza con gli acidi; certo indizio che quella materia non è se non un composto di terra infracidita, e forse calcaria, e di vegetabili di quelle piante, che fanno nel lago; e perchè niun vestigio vi si riconobbe di limo, nè di arena, ci parve questo bastevole argomento a conchiudere, che dunque a quelle distanze dalla gronda non mai giungano le torbide degl' influenti. A questi esperimenti fatti, com' è detto, nel tempo della visita, un altro mi piacque di aggiugnere dopo il ritorno a Lucca, diretto specialmente a scoprire come e quanto fossero quelle materie disposte a separarsi dal fluido. Avendo dunque sciolti a tal effetto diversi di que' saggi presi vicino alle sponde, il fatto fu che quanto al primo agitare dell'acqua, fu pronta la soluzione, lenta altrettanto e tarda accadde la deposizione. Rimasto immobile e quieto il vaso, appena dopo un giorno intero si riconobbe nel fondo un

piccolo sedimento, e passati perfino a tre giorni si trovò l' acqua ancora torbida. Dalle quali cose tutte si raccoglie, prima che gl' influenti del lago depongono le materie più grosse ne' piani de' paduli, ove si spandono perdendo la velocità acquistata sul pendio delle colline, e le più sottili presso le gronde, dove le acque rimangono come stagnanti; secondo, che attesa la difficile e stentata separazione della materia dal fluido, tutto che immobile, niuna deposizione si avrebbe per quantunque piccolo moto vi si aggiungesse.

5. La pendenza di tutta la linea, che dal lago di Sesto va fino al mare di Viareggio, si divide in due parti, delle quali l' una partendo dal detto lago giunge alla foce del monte di Balbano, dove incomincia l' altra, che termina al mare. Il fondo del nuova canale all' uscire del lago si stabilisce braccia 11 $\frac{1}{2}$ sopra la comune orizzontale, e un braccio sotto la medesima alla foce di Balbano, talchè da punto a punto si avrà una caduta di braccia 12 $\frac{1}{2}$; e perchè la lunghezza della linea è di miglia 13 $\frac{47}{100}$ risulta una pendenza a miglio di parti c. 928 di un braccio, che corrispondono a once 11 $\frac{2}{7}$ prossimamente. Tale pendenza sarà certamente soprabbondante per le acque del nuovo Ozzeri, che saranno chiare, e depurate. Ciò si prova per le distanze, che avranno gli sbocchi degl' influenti dall' ingresso del nuovo canale. La Fossa nuova, e il Rogio sono gl' influenti più vicini; il primo sbocca in distanza di pertiche 190, e l' altro di pertiche 180; ma noi sappiamo per gli sperimenti riferiti di sopra, che le torbide non si avanzano tant' oltre; dunque le acque del nuovo Ozzeri saranno del tutto chiare. Piacemi qui di riferire quanto intesi io stesso il dì 8 di Aprile da' Custodi delle cateratte di Bientina, i quali richiesti se avessero mai veduto l' acqua con qualche tintura di torbido all' ingresso della Serezza, o del fosso Imperiale, risposero ciò non essere accaduto giammai, eppure ci sono non molto lungi alcuni rivi provenienti da' colli vicini; i quali nelle maggiori loro piene è assai verisimile che seco traggano molte parti eterogenee. Voglio pur anche concedere che le acque entrassero nell' Ozzeri nuovo della stessa condizione, e tali appunto quali entrano ora nel lago; vi sarà egli perciò verun pericolo non forse interrino il canale? No certamente: sì perchè basta, come abbiamo veduto, qualunque piccolo moto ad impedire la separazione delle parti terree, e sì ancora per essere la pendenza abbondante, e tale poi anche l' altezza dell' acqua, come fra poco vedremo, che varrebbe a tenere sgombrato il fondo da qualunque interrimento. Sarà dunque il canale, per le ragioni addotte, capace di smaltire un corpo d' acqua, di qualche torbidezza, e di spingerla oltre la foce di Balbano a vantaggio dei possessori alla marina, a' quali si offrirà il comodo di fare nuove colmate; e sebbene non sia lecito sperare un tale benefizio dalle acque

del lago di Sesto, che saranno depurate, non mancheranno ripieghi per introdurre nel nuovo Ozzeri quella porzione di acque torbide, che mescolata con le acque chiare renda il fluido proporzionato alle circostanze del canale; e se non altro potrà introdurvisi qualcuno di que' fossi, o rivi, ai quali per cagione della loro torbidezza, avea il progetto destinato per recipiente il vecchio Ozzeri. Eseguito che fosse il progetto, e conosciuta con più di evidenza la velocità, e la forza della corrente, sarà tempo allora di decidere a quali rivi s' abbia a permettere l' ingresso nel nuovo canale.

6. Superflua sarebbe la ricerca dell' altezza, che avrà l' acqua nel nuovo Ozzeri, se altro fine non si avesse, se non il trarne una ragionevole congettura sulla sufficienza della data pendenza, essendosi già dimostrata essere questa anche maggiore del bisogno; ma poichè importa molto per altri riguardi il sapere eziandio quale sia per essere l' altezza d' acqua nel canale, secondo le diverse circostanze, e lo stato diverso del lago di Sesto, non posso dispensarmi da sì fatta indagine, dove sarebbe vano ogni altro tentativo senza l' aiuto del calcolo, e senza ricorrere alle teoriche speculazioni.

7. Prima d' ogni altra cosa mi conviene render conto de' principj da me adottati, e del metodo che ho tenuto, poichè se io non facessi altro che trascrivere i risultati, chi sa non forse alcuno sospettasse che io non volessi imporre; e niuno certamente potrebbe giudicare abbastanza se abbiano essi quel grado di probabilità, da cui dipende il giudizio, e la risoluzione o di eseguire, o di abbandonare il progetto. Mi prevalgo in primo luogo della osservazione fatta dal sig. abate Ximenes, e registrata nell' Articolo IV. della sua Relazione, che trovandosi il lago di Sesto nelle sue maggiori escrescenze, si vide per le piene degli influenti sollevarsi soldi 4 del braccio Fiorentino in ore 24; e perchè la superficie del lago uguaglia braccia quadre 110592000, ne viene che tutta l' acqua proveniente dagl' influenti sia braccia cube 22118400. Io ho ridotte queste misure al braccio Lucchese, ed ho trovato che l' aumento del fluido sia stato braccia cube 19070000, trascurate alcune piccole differenze, e quindi è che per una ragione ragguagliata sarà l' aumento dell' acqua in un' ora braccia cube 794583, e in un minuto secondo braccia cube 220. Veramente un tale aumento non vuolsi attribuire alle acque pluviali, per modo che non se ne dia veruna parte all' altra sorta di acque, che sono perenni, delle quali però, nota che fosse la quantità, si avrebbe anche l' altra delle sole piogge. Leggo in una memoria sopra la Relazione del sig. abate Ximenes (1), che queste acque

(1) Artic. Per lo intendimento.

perenni paragonate con quelle che scorrono nel fosso della città, sieno l'inverno un poco maggiori, la primavera e l'autunno minori di poco, ed appena uguali la state alla terza parte. Rilevo in oltre da altre notizie che per una qualsivoglia sezione del detto fosso trascorre in un minuto secondo un corpo di acqua di braccia cube 30, con una piccola frazione che può trascurarsi. Dunque in quelle stagioni che l'acqua del fosso uguaglia l'acqua perenne del lago, sarà la perenne all'acqua totale che entra nel lago, come 30 a 220, e la perenne stessa a quella sola di pioggia, come 30 a 190, e che in tempo di estate la perenne alla totale avrà la proporzione di 10 a 200, e la medesima perenne a quella sola di pioggia starà come 10 a 190.

8. Se vi fosse modo di andare innanzi così col semplice discorso, senza impegnarsi nei calcoli, il farei volentieri, conoscendo bene anch'io quanto sieno essi lontani da quella precisione che pure si vorrebbe; ma tuttavia in mancanza di altre regole, che ci posson servire di scorta, in mancanza di esempj d'altri canali, che sieno pienamente adatti al caso nostro, o bisogna avventurare il giudizio, o ricorrere a' calcoli, i quali per quanto fossero incerti, fondati però come sono sulle osservazioni, e sull'esperienze di sagaci Idrostatici, ci danno maggiore speranza di accostarci al vero.

9. Ora entrando io a cercare le diverse altezze, che avrà l'acqua nel nuovo Ozzeri, secondo i diversi stati del lago, ecco che al primo passo inciampo nella difficoltà, a cui è sottoposto lo stabilimento della scala delle velocità. Confesso il vero che mi è sempre paruto fallace il metodo di definire con la velocità superficiale l'origine equivalente nel corso delle acque de' fiumi, e de' canali, rimanendo quella velocità sensibilmente alterata dalla impressione, che riceve la superficie dagli strati inferiori della corrente. Ciò è tanto vero, che se immagineremo un fluido, che si muova per la sola pressione, prescindendo eziandio dalle resistenze delle ripe, e del fondo, saremo costretti a concedere qualche moto alla superficie per l'aderenza, che hanno le parti fra loro. Pure considerando io che quanta velocità perde lo strato inferiore comunicandola al superiore, altrettanta questo ne acquista, onde sebbene per l'adesione delle parti venga a turbarsi l'ordine delle ordinate paraboliche, nel totale si avrà la stessa quantità di moto, perciò non ho avuta difficoltà di suporre il vertice della parabola nella superficie, e tanto più che cotale supposizione parmi del tutto adattata alla imboccatura di un canale, che si spicca da un lago, dove la superficie dell'acqua si presenta in una quasi perfetta quiete. Quanto poi al parametro convengo pienamente col sig. abate Ximenes, che non sia lecito supporlo di piedi 60 di Parigi, e credo verissimo ciò ch'egli aggiugne non convenirsi lo stesso parametro indifferentemente ad ogni canale, e ad ogni fiume

essendo troppo varie, e diverse le loro circostanze. Perchè in questa dubbietà ho preso il partito di prender norma da ciò che succede in altro canale, che non sia molto diverso dal nuovo Ozzeri. Abbiamo detto di sopra, che nel fosso della città si ha uno scarico di braccia cubiche 30 in un minuto secondo. Su questa notizia, e con la misura della sezione di detto fosso ho cercato qual parametro convenga alla parabola, perchè risulti la stessa quantità di acqua in un minuto secondo, ed ho trovato che un parametro di braccia 10, che è quasi un terzo di quello che servirebbe per le velocità primitive, porta uno scarico di braccia cube 31, poco diverso da quello che abbiamo nel fosso della città, onde ho creduto di potere senza scrupolo fare uso di un parametro di braccia 10.

10. Nella stagione asciutta qual' esser suole l' estate, posto che discenda nel lago la sola acqua perenne, la quale altro sfogo non abbia che il nuovo Ozzeri, egli è manifesto che la superficie del lago dovrà comporsi in tale altezza, che vaglia a spingere nel canale tant' acqua, quanta ne riceve il lago, altrimenti si avrebbe un continuo alzamento o abbassamento, a cui dovrà pure fisicamente por termine la uguaglianza tra l' influsso, e l' efflusso. Laonde posta la larghezza della sezione regolare di braccia 8 $\frac{1}{2}$, ho calcolata l' altezza, per cui scorra in un minuto secondo un volume di acqua di braccia cube 10 e l' ho trovata di once 8. Sopravvenendo poi le acque di pioggia, l' altezza massima, a cui potesse mai giungere l' acqua nel canale, posta la larghezza della sezione regolare di braccia 11, sarebbe di braccia 4 $\frac{3}{4}$ prossimamente.

11. Supponendo poi che nelle stagioni umide sia a tutte comune la stess' acqua perenne di braccia cube 30 per ogni minuto secondo, giacchè si avrà per essa maggiore altezza d' acqua nel canale, era conveniente prendere una larghezza per la sezione regolare alcun poco maggiore. Posta dunque questa larghezza di braccia 9 risulta l' altezza d' acqua nel canale once 16; ed aggiungendosi le acque di pioggia risulta l' altezza massima di braccia 4 $\frac{1}{3}$ prossimamente, supponendo come sopra la larghezza della sezione regolare braccia 11.

12. Sarebbe superfluo il ricercare quanti giorni piovosi ci vogliono prima che si abbia la massima altezza in rigore geometrico, cioè quella onde tant' acqua scorra entro il canale quanta ne riceve il lago dagl' influenti, dimostrando i calcoli come ad avere cotal massima altezza in rigore geometrico ci si richiede un tempo infinito. Ma lasciando queste sottigliezze da parte, a noi basta che per qualunque altezza, che non giunga ad essere precisamente uguale alla massima, sia sempre assegnabile il tempo cercato. Si consideri intanto che se ad ogni momento di tempo entra nel lago una certa quantità di acqua, non può già essa produrre un alzamento proporzionato al suo volume,

perciocchè quando entra quella nel lago esce al tempo stesso pel canale un volume di acqua proporzionato all' altezza, che ha in quel momento la superficie del lago, e come l' altezza del lago va sempre crescendo, così è forza che il discarico pel canale si faccia sempre maggiore. Ora volendo pure pronosticare con alcun fondamento quale sia per essere l' altezza d' acqua, durante la pioggia un dato numero di giorni, conviene sciorre il problema: *Data la quantità d' acqua, che successivamente entra nel lago, qual tempo si richiegga per ottenere una determinata altezza nel canale, di cui sia data la sezione*. Questo problema ci richiama ad una equazione differenziale, la cui integrazione dipende parte dalla logaritmica, e parte dal circolo. Il calcolo riesce molto composto, ed a me sarebbe riuscito assai fastidioso senza l' aiuto gentilmente prestatomi dal sig. Giovanni Battista Giusti Lucchese (1), giovane di grande ingegno, a cui corrispondono i progressi che fa nelle matematiche discipline.

13. Prima di esporre i risultati dell' indicato calcolo, debbo premettere che ho supposto che la sezione alla imboccatura del canale sia rettangola, e di larghezza braccia 11, che l' altezza dell' acqua perenne sopra la soglia di detta sezione sia once 16, tanta, cioè, quanta abbiamo dedotto da' calcoli precedenti dover essere in quelle stagioni, nelle quali sono più copiose le sorgenti. E perchè non è permesso di tenere dietro agl' incrementi disuguali della superficie del lago, allorchè si rialza per le piogge, ho supposto le sponde verticali, e la superficie di tante braccia quadrate, quante sono enunciate di sopra. Con questi dati per ottenere nel canale un' altezza di braccia 2, che sono once 8 sopra l' altezza dell' acqua perenne, dovranno precedere giorni 4, ore 5 di pioggia così abbondante come fu quella, che diede occasione al sig. abate Ximenes di riconoscere l' alzamento del lago corrispondente ad ore 24. I calcoli per altre altezze sono regolati allo stesso modo.

Per l' altezza di braccia 2.	Giorni 4 ore 5
Per l' altezza di braccia 3.	Giorni 10 ore 13
Per l' altezza di braccia 4.	Giorni 30 ore 17

14. Avrei potuto aggiugnere i minuti, ed ancora le stesse seconde esibite dal calcolo, per dare così un maggiore credito a' risultati; ma una tanta precisione, oltre ad essere inutile all' intento nostro, sarebbe anco troppo arrischiata per l' incertezza de' dati. Non sarebbe poco, se oltre i giorni si verificasse in effetto anche il preciso numero

(1) Non s' ingannò il Zanotti, mentre il Cavaliere Gio. Batt. Giusti diede in seguito saggi non pochi del suo sapere, tanto nella letteratura, che nella scienza di cui Egli meritamente occupa in questa provincia l' onorevole incarico d' Ispettore idraulico.

delle ore. Per quanto però i dati sieno incerti, parmi nondimeno di potere sicuramente conchiudere che l' acqua del canale non abbia ad oltrepassare giammai l' altezza di braccia 3. Perchè poi cessata la pioggia ritorni il lago, ed insieme il canale all' altezza della sola acqua perenne, si ha da un simile calcolo, che trascurate alcune sottigliezze di nessun uso, ci vuole un tempo molto maggiore di quello che ci volle a colmarsi. Pure volendo io prevalermi di que' dati, che siano svantaggiosi al mio assunto, supporrò che s' impieghi un uguale tempo, cioè quanti furono i giorni, che piovve, donde poi si deduce che l' acqua pluviale, che abbia rialzato il lago fino a braccia 3, impiegherà tempo doppio, cioè giorni 21 ore 2 a scorrere dal lago di Sesto a quello di Maciuccoli.

15. Che se avvenga alcuna volta che duri la pioggia uno, e forse anche due mesi, non sarà ella tale giammai, che non resti interrotta per intervalli di tempo non disprezzabili, e allora cessando l' influsso nel lago, e continuando l' efflusso, verrà distrutto in gran parte l' effetto delle piogge precedenti. Senza che vi è gran motivo di giudicare straordinaria affatto, e di rarissimo esempio la pioggia di quel giorno, che valse ad alzare il lago per modo, che si potè conchiudere essere allora seguito in ore 24 l' influsso di braccia cube 19070000 d' acqua. Che s' abbia a riputare possibile appena il caso d' una sì dirotta pioggia, che duri sempre la stessa per 10, ovvero 11 giorni, lo dimostrano le tavole meteorologiche del sig. Gian-Stefano Conti. Ci dà egli con esse una esatta relazione delle piogge di anni 33, e non contento di enunciare la quantità della pioggia di ciaschedun anno relativamente a 72 miglia quadrate che scolano nel lago di Sesto, ha notato anno per anno quel mese, che è stato fra gli altri più copioso di pioggia. Fra questi mesi più degl' altri piovosi, piovosissimo fu il mese di Ottobre dell' anno 1762; eppure non competono ragguagliatamente a ciascun giorno di quel mese, che braccia cubiche 5711715. Giacchè però si vuol fare un confronto dell' acqua caduta per pioggia, e registrata nella predetta tavola con quella ch' è discesa nel lago per la osservazione del signor abate Ximenes, è di dovere che da questa si sottragga l' acqua perenne somministrata dalle sorgenti. Abbiamo pertanto il numero della tavola braccia cube 5711715, e quello per la predetta osservazione, diminuito pel numero dell' acqua perenne, braccia cube 16478000 dell' altro molto maggiore.

16. Debbo inoltre avvertire che nella ricerca da me fatta del numero de' giorni piovosi, che diano una determinata altezza d' acqua nel canale, ho supposto che il lago sia circondato di sponde verticali, per le quali sarebbe sempre l' alzamento dell' acqua proporzionale all' influsso, quando però l' acqua non avesse esito da veruna

parte. Ora essendo le sponde molto inclinate, non potrà l' incremento d' altezza corrispondere all' influsso, quando anche fosse chiuso il lago per ogni parte. Per la qual cosa si farà realmente l' alzamento con più lentezza, e più tempo vi vorrà del calcolato per avere nel canale una data altezza d' acqua. Le quali riflessioni ci fan credere, che l' acqua nel lago non sia mai per alzarsi più di braccia 3 sopra la soglia dell' incile del nuovo Ozzeri. Quest' altezza del pelo d' acqua, paragonata con quella del pelo basso presente del lago sarà minore di un braccio, dal che si raccoglie che in avvenire le maggiori escrescenze del lago resteranno inferiori d' un braccio all' odierno pelo basso. Sono stato veramente un po troppo lungo, e prolisso; ma in cosa di tanta importanza, come di quella che ora si tratta, voglio sperare che mi sarà perdonata facilmente la mia prolissità.

17. Premesse le conseguenze dedotte dai calcoli, vediamo ora qual pronostico s' abbia a fare su lo stato, e su l' uso di quella parte del canale, che dal lago di Sesto va alla foce di Balbano. Abbiamo già detto che nei mesi asciutti non vi sarà nel canale se non un' altezza di acqua di once 8, la quale dovrà poi anche scemare in tale stagione per la evaporazione molto copiosa, e per l' assorbimento, che ne fa la terra secca allora, e riarsa. In questa altezza d'acqua non è da dire se sia praticabile la navigazione, perchè aggiungendosi questa alle altre difficoltà, ed ostacoli, che s' incontrerebbono, parmi veramente che si abbia a deporre affatto un tal pensiero, ed a rinunziare all' ideato vantaggio di un più facile trasporto delle merci. Deposto che sia ogni disegno di navigazione, non per questo si avrà a sperare che riuscir possa di minore spesa la esecuzione del progetto, immaginando per avventura un canale più ristretto di quello, ch' è stato proposto. Nota il Guglielmini (1), che la natura ha stabilite certe proporzioni tra la larghezza, e l' altezza d' acqua corrente in ogni fiume, o canale, e quindi instituisce un paragone fra due sezioni le più ristrette, una del Po, l' altra di Reno, e trova in ambedue la stessa proporzione di uno a venti. Vero è però che un tale rapporto non è generale, come può vedersi confrontando le larghezze con le profondità di diversi fiumi, e canali. A me pare, quanto ho io osservato, che si possa dire questo che a minor corso d' acqua corrisponda quasi sempre minore proporzione, poste le stesse circostanze del terreno, che chiude l' alveo. Ma certamente non si troverà mai che in un corpo d' acqua, la quale non sia presso che stagnante, e sieno le sponde di terra, la larghezza non sia quattro almeno o cinque volte maggiore della profondità. Chi si lusingasse che dovesse bastare al nuovo Ozzeri un fondo di braccia 2, si lusingherebbe

(1) Coroll. II. Prop. I Cap. IV. Nat. de' fiumi.

altresì di fare impunemente violenza alla natura, ed esporrebbe senza fallo le ripe ad una perpetua corrosione. Di fatto ristringendosi la sezione si avrebbe in tempo di piena un' altezza maggiore delle supposte braccia 3. Questa, secondo i miei computi, riuscirebbe per lo meno braccia 4, e la larghezza in superficie braccia 10, posta la scarpa dall' Autore assegnata alle ripe; onde la proporzione tra la larghezza in superficie, e l' altezza sarebbe molto minore del quadruplo. Un altro pregiudizio ancor ne verrebbe, che si terrebbe più alto il pelo del lago, che giova tenere più basso che sia possibile nelle sue maggiori escrescenze. Per le quali cose io non mi partirei, per troppo amore di risparmio, da quelle misure, che ha con somma saviezza proposte l' Autore del progetto. Ma se il ristringimento della sezione sembra dannoso in abbondanza di acque riuscirebbe forse opportuno, e giovevole in tempo di siccità. Gli scandagli fatti nel lago di Sesto dalla pesca Bertolucci all' Isola, ci dimostrano, che posta nel canale un' altezza di once 8, resterebbe in pochi luoghi il fondo dello stesso lago coperto d' acqua; e dove più il fosse nol sarebbe che once 4. Altre linee parimente di scandagli danno una più compita idea del di lui stato; e da esse si scorge che vi rimarrebbe pure in alcun luogo qualche specchio d' acqua d' once 10 di profondità. Se si volesse che in tempo di acque scarse rimanesse il lago più esteso, senza ristringere troppo le sponde del canale, vi sarebbe il ripiego di porre un regolatoio, come per cagione di esempio, una piccola travata alla imboccatura del canale, la quale, secondo la opportunità, sostenesse l' acqua ad una data altezza, come sarebbe di un braccio e mezzo sopra la soglia. Tale altezza hanno supposta costante in acque basse gl' Ingegneri Flosi, Martinelli, e Francesconi in calcolando i vantaggi che porterebbe la esecuzione del progetto, così che praticandosi l' accennato provvedimento rimane inalterata la loro stima. S' avrebbe ancora più abbondante la pesca, piccolo oggetto veramente in paragone dell' acquisto di terreni capaci di coltivazione, ma che però non dee disprezzarsi a fronte di quelli, che rimanessero sommersi nove, o dieci mesi dell' anno. Parmi ancora che questo lago più esteso sarebbe conforme al genio dell' Autore, desideroso che rimanga un Lagacciuolo d' acqua chiara dove potere depurare in tempo di piena le torbide.

18. L' altra parte poi della linea, che dalla foce di Balbano va sino al mare, incontra dopo pertiche 530 il lago di Maciuc[illegible], indi per la fossa delle Quindici, si unisce alla Trogola, che immediatamente comunica col Canale del Porto. La lunghezza di questa linea è di pertiche 3400, a cui viene assegnata la caduta di braccia 1 $\frac{1}{4}$, scarsa veramente se le acque fossero torbide, ma per acque chiare basta qualunque pendenza. Che se mai s' introducessero pure nel

canale acque di tale torbidezza, che la pendenza di un braccio in circa per miglio, e l'altezza di braccia 3 valessero a spingerne le materie oltre la foce di Balbano, avrebbono esse nondimeno tutto l'agio di depurarsi nel lago di Maciuccoli, se pure non piacesse per avventura ai possessori de' terreni alla marina di deviarle ad uso, e profitto loro, per poi restituirle chiarificate a quel corso, che ad esse destina il progetto. Ma il male non sta nelle torbide. Non è la qualità, ma la maggiore quantità, e copia delle acque, quella che fa spavento ad alcuni possessori delle parti marittime. Temono essi, aggiungendosi nuove acque a quelle che già naturalmente concorrono nel lago di Maciuccoli, o ne' paduli, che restino inondate, e sommerse le nuove loro bonificazioni. Giusto è, chi può negarlo, il loro timore. Basta solo che il male da loro temuto nol vogliano far valere come se fosse certo, evidente, ed affatto inevitabile. Per me se ho a dire schiettamente quello che sento, io sono persuaso che rispetto a i possessori dei terreni posti a Levante della strada di Montramito ci sia modo di provvedere alla loro indennità; quanto poi a que' di Ponente giudico essere immaginario affatto il loro timore. M'ingegnerò più che posso di dimostrarlo, e giacchè la materia il consente, lasciati da parte i calcoli, e le teorie, mi varrò di argomenti piani, agevoli, e per così dire alla mano di tutti.

19. Noi sappiamo, che le misure prese sopra la carta topografica, che nel lago di Sesto si raccolgono le acque piovane di miglia quadrate 72, e ne' paduli alla marina, e nel lago di Maciuccoli le acque di miglia quadrate 36, metà appunto di quelle. Ma le acque del lago di Sesto per iscorrere fino al lago di Maciuccoli impiegano, come liberamente ho conceduto a svantaggio del mio assunto, tempo doppio di quello della durata della pioggia; dunque eseguito il progetto si avrà un concorso d'acque alla marina doppio di quello, che si ha presentemente. Chi si trattenesse col pensiero sopra questo doppio concorso, senza riflettere ad altre circostanze, di leggieri si persuaderà che le nuove bonificazioni resterebbero sommerse, e forse anco pregiudicata buona parte de' terreni di là dalla strada di Montramito e Viareggio, qualora questa non si rialzasse a loro difesa.

20. Senza intricarmi ne' calcoli proporrò un caso semplice da considerare, del cui esito, se alcuno dubitasse, potrà farne prova. Fingasi una vasca qualunque si vuole, dove cadendo una fontana perenne l'acqua siasi già fermata a quell'altezza, che ci vuole perchè tanta appunto ne esca fuori per un foro, che suppongo essere in fondo alla vasca medesima, quanta ci versa dentro la fontana. Si voglia ora rivolgere nella stessa vasca un'altra fontana uguale alla prima, senza che però ne abbia punto a crescere l'altezza dell'acqua. Ognun vede

che basta aprire nel fondo un altro foro uguale al primo: doppia acqua riceve la vasca delle due fontane, doppia ne scaturisce pe' due fori; l'altezza dunque rimarrà come prima. Procurisi pertanto al lago di Maciuccoli, ed ai paduli uno scarico doppio di quello che hanno presentemente, onde rimanga la stessa altezza d'acqua, da cui sono ora bastantemente difese le nuove bonificazioni.

21. Questo doppio scarico però non si acquisterebbe col crescere il numero delle fosse, qualunque volta di esse lo sbocco fosse superiore alle cateratte della Burlamacca. Ciò si prova con un semplice raziocinio. Fingiamo che un lago, quanto si vuole esteso, confini col mare, da cui resti diviso da una trincéa, o argine, che abbia una sola apertura. Ognuno dirà che lo scarico del lago nel mare, o il rigurgito del mare nel lago sarà in ogni tempo proporzionale alla larghezza dell'apertura, cosicchè a doppia larghezza corrisponderebbe scarico doppio, prescindendo da un piccolissimo effetto, certamente insensibile, che potrebbe rilevarsi dal confronto delle resistenze prodotte dai lati delle due aperture. Si aggiungano pure alle fosse della Burlamacca, del Malfante, delle Venti quante altre si vorranno, per modo che si formi uno specchio di acqua poco dissimile da quello di un lago, se lo sbocco di tutte le fosse sarà superiore alla cateratta della Burlamacca, non dovrà valutarsi l'esito dell'acqua, che dall'apertura della stessa cateratta. Che se condurremo la Trogola, la quale riceva la fossa delle Quindici, a sboccare in sito inferiore alle cateratte, in tal caso avremo duplicato lo scarico alle acque, posto che la nuova cateratta alla Trogola sia di luce all'altra uguale.

22. Per dileguare ogni dubbio prenderò a rispondere ad alcune opposizioni, che far si potrebbono, delle quali una è per avventura che avendo tutte le fosse finora immaginate il loro sbocco nel canale del piccolo porto, sarà la foce di Viareggio il solo emissario, da cui resterà limitato lo scarico alle acque. Siffatta opposizione allora solamente potrebbe avere qualche luogo quando la larghezza del canale fra i due Moli fosse uguale a quella di una sola cateratta; ma essendo la sezione del detto canale in più luoghi 29 in 30 braccia, ed ove per piccolo tratto è braccia 18 circa, con la facile rimozione d'inutili banchine può dilatarsi sino a 24. braccia, e darsi ancora una simile larghezza al ponte detto di Pisa, che vuol dire maggiore più del triplo, o per lo meno ad esso uguale, perchè non potrò io intendere diviso il detto canale in tre, ciascun de' quali abbia il suo sbocco in mare, e l'uno appartenga alla Trogola, l'altro alla Burlamacca, ed il terzo alla Parabola? Che se si avrebbono con queste divisioni due emissarj, e due scarichi per i paduli a Levante, ed uno per quelli a Ponente, perchè non si avrà ad aspettare lo stesso

vantaggioso effetto, anche senza codeste divisioni, le quali sarebbono anzi di pregiudizio per la resistenza di tante sponde al corso delle acque? Aggiungerò a questa un' altra ragione dedotta dalla pratica stessa. Ogni fiume, ogni canale sia in piena, sia in magrezza, trovasi alto egualmente verso lo sbocco in mare. Il Po che alla Stellata in acque scarse non ha che braccia 8 di altezza, si rialza poi nelle sue piene fino a braccia 21, eppure gli abitanti dei contorni presso il suo sbocco non si accorgerebbono dello stato del fiume se non prendessero regola dalla velocità della corrente. Se dunque una costante osservazione dimostra che in vicinanza del mare l' aumento della velocità si rende proporzionale al maggiore corpo d' acqua, non è da dubitare che nel canale della foce di Viareggio, introdotte che sieno le acque del nuovo Ozzeri, non abbia a crescere di tanto la velocità, che ne resti intatta l' altezza. Il quale aumento di velocità perciò ancora sarà comodo, e vantaggioso, perchè gioverà molto a tenere escavata la detta foce. Ciò è per se stesso sì manifesto, che non accade confermarlo con l' autorità d' alcun rinomato Scrittore Idrostatico; tuttavia non sarà, credo, inopportuno che io qui rammemori il sentimento del celebre Zendrini (1), il quale inteso a suggerire que' provvedimenti, che contribuissero a mantenere espurgata la foce di Viareggio, confidando assai nella copia delle acque nella Burlamacca propose di formare attraverso del fiume di Camaiore alcuni ripari amovibili in tempo di piene, ad oggetto di obbligare in tempo di magrezza tutta l' acqua chiara del fiume a scorrere per la fossa Pisana nella Burlamacca. Ora il progetto del nuovo Ozzeri ci promette per la foce di Viareggio un vantaggio molto maggiore di quello, che mai potesse sperare il Zendrini dalle acque di Camaiore.

23. Resta ora ad esaminare ciò che debba seguire quando per le burrasche di mare si tengono chiuse le cateratte. Trattenute le acque prive di scolo nel lago di Maciuccoli, e ne' paduli, non è da dubitare che l' incremento d' altezza non sia per essere doppio, giacchè doppio sarà il concorso delle acque, conforme la proporzione di sopra stabilita. Prenderemo di mira il caso più svantaggioso, che si avrà nella stagione più abbondante di piogge, quale suol essere in tempo d' inverno. In questa stagione, per ciò che mi viene riferito, rade volte succede che le cateratte stieno chiuse un giorno intiero; pure per stare sul sicuro voglio supporre che la chiusura perseveri due giorni sopra questo dato faremo il conto dell' altezza, che produrranno le acque provenienti dall' Ozzeri. È noto, per l' osservazione

(1) Relaz. dello Zendrini stampato in Lucca 1736. Cap. III. §. IX.

fatta dal sig. abate Ximenes, che nel lago di Sesto si alza il polo per la pioggia abbondante di un giorno la quinta parte del braccio Fiorentino, cioè prossimamente $\frac{3}{16}$ del braccio Lucchese. Questo numero unitamente con quello, che esprime la superficie del lago ci dà la misura dell' acqua, che in due giorni passa ai Paduli della marina, giacchè abbiamo di sopra conceduto, quantunque il supposto sia per noi svantaggioso, che l' acqua di pioggia, la quale concorre in un giorno nel lago di Sesto, impiega giorni due per scaricarsi sopra il piano alla marina; ma perchè questo piano, che resta inondato l' inverno, ha quella proporzione alla superficie del lago di Sesto, che hanno i numeri 9551 a 7000, saranno le altezze reciprocamente proporzionali ai detti numeri, e però l' incremento d' altezza in due giorni sarà $\frac{1}{57}$ d' un braccio, che di poco eccede once 2. Per sì piccolo alzamento sarebbe mal fondato il timore di un nocivo allagamento, percicocchè sebbene succedesse una qualche inondazione, durando però poco tempo, poco o niun danno recherebbe ai seminati. Notisi inoltre che non chiudendosi le cateratte se non quando l' acqua del mare soprastia a quella della Burlamacca, e aprendosi tosto che succeda il contrario, il maggiore concorso di acqua nella Burlamacca sarà cagione che si faccia la chiusura più tardi, e se ne anticipi l' aprimento.

24. Siami qui permesso di accennare una trascuratezza, che sommamente pregiudica alla felicità dello scolo. Ognuno mi accorderà che non essendo le fosse escavate quanto converrebbe, ed essendo ingombrate da folte erbe, che trattengono il corso delle acque, e le obbligano a disporsi in una maggior pendenza, è forza che il pelo del lago si sostenga più alto. A me pare che a togliere un tale pregiudizio non sia necessario scavare, e ripulire tutte quattro le fosse, che partono dal lago, e vanno ad unirsi con la Burlamacca, come di leggieri si raccoglie dai miei precedenti discorsi. Nel presente sistema per contenere il lago più depresso, sarebbe sufficiente lo spurgo della Burlamacca, ed essendo eseguito il progetto oltre la Burlamacca, vorrei ridotta in ottimo stato anco la fossa dello Quindici, e la Trogola prodotta a un punto inferiore alle cateratte della Burlamacca. I canali posti in simili circostanze non ricevono altrimenti il moto della pendenza del fondo, ma bensì da quella della superficie; onde io sono di parere che gioverebbe regolare la escavazione per modo, che tutto il fondo sino al lago fosse nello stesso livello delle soglie delle cateratte, ovvero che si disponesse con tal pendenza, che non eccedesse quella della superficie. Sarebbe inutile lo scavarlo di più, siccome nuocerebbe il tenerlo più alto, diminuendo così la sezione, che diverrebbe meno atta a ricevere le acque superiori. Questa pendenza della superficie si è trovata diversa per le osservazioni

fatte in diversi tempi. Il dì 8 Aprile paragonammo il pelo d' acqua sopra la soglia della cateratta alla Burlamacca ad un termine fisso, stabilito sul principio della fossa delle Quindici, e si riconobbe la pendenza in miglia quattro d' once 6. Questa è la massima fra le molte osservate in altri tempi, che ho vedute registrate in una relazione de' Periti ingegneri Flosi, Martinelli, e Francesconi. Si noti che detta fossa era ultimamente ingombrata da folte erbe, le quali accrescono la pendenza della superficie, e che il fondo non era scavato alla debita profondità; onde io non ho difficoltà di promettere che dopo la esecuzione del progetto, e il ripulimento delle dette due fosse, si avrà uno scarico alle acque, in confronto dello stato presente, più pronto non del doppio, come si disse, ma in una proporzione molto maggiore. La escavazione dovrebbe farsi in larghezza non minore di braccia 8 quanta è quella delle cateratte; pure per quella resistenza, che fanno le sponde, la quale secondo il sentimento del padre abate Grandi (1), non giunge mai alla distanza di braccia 3, sarebbe opportuno il dilatarla sino ad ottenere una larghezza di braccia 12, che stimo sufficiente per liberarci da ogni sospetto di ritardo nella corrente cagionato dalla resistenza delle sponde.

25. Nell' anno 1770 in occasione di ristaurare la cateratta della Burlamacca, non so per qual ragione fu rialzata la soglia once 4. Con la diminuzione dell' apertura resta in parte impedito il passaggio dell' acqua, e per conseguenza trattenuto il pelo in un livello più alto. Ottima sarebbe la determinazione di rimettere la soglia nel suo primiero stato. Potrebbe forse parere inutile questa restituzione della soglia a chi avesse osservati gli scandagli fatti nel canale del piccolo Porto l' anno 1777, e descritti dall' ingegnere Butori da' quali apparisce che il fondo in alcune sezioni si trova più alto della soglia presente. Qui giova avvertire che in ogni fiume o canale, ove si ristringe la sezione, si fa maggiore la profondità, che supplisce alla mancanza della larghezza. Applicandosi il discorso al caso nostro, se vorremo secondare le leggi della natura conchiuderemo che s' abbia a ribassare la soglia, quantunque il fondo di alcune sezioni inferiori restasse quattro, o cinque once più alto della soglia.

26. Si risolve più prontamente d' intraprendere un lavoro quanto è meno dispendioso. Concorrendo nel lago di Maciuccoli le acque del lago di Sesto sarebbe giusto che tutti i possessori, che ne risentirebbono vantaggio, fossero tassati di una congrua contribuzione, per cui verrebbe non poco diminuita la tangente di quelli, che posseggono le nuove bonificazioni alla marina, i quali forse trascurano

(1) Sopra il fiume Era Art. XIV.

di promuovere la escavazione della Burlamacca per non sottoporsi ad una spesa, che distribuita in poche famiglie si rende troppo gravosa. Un altro vantaggio eziandio si otterrebbe, che fatta la escavazione nelle dette misure, e scorrendo nell' una, e nell' altra fossa un maggior corpo d' acqua, non sarebbe sì facile l' infesta produzione dell' erbe palustri, onde più di rado vi sarebbe il bisogno di nuovo espurgo. Le grandi odierne escrescenze del detto lago, e de' paduli succedono non tanto per l' abbondanza delle pioggie, quanto per la scarsezza dello scolo, per cui ristagnando ogni giorno buona parte delle acque piovute, che non possono avere esito, ed accumulandosi le une sopra le altre, giungono poi le escrescenze a molta altezza. Per facilitare lo scolo fu aggiunta una nuova cateratta laterale a quella della Burlamacca, la quale se in vece di essere a questa superiore, fosse stata stabilita inferiormente avrebbe meglio corrisposto al fine desiderato. Eseguito che fosse il progetto, e preparato uno scolo più libero alle acque con la escavazione della Burlamacca, e delle Quindici, tanto è lontano che i possessori alla marina ne abbiano a sentire danno, che anzi la ragione persuade che eglino miglioreranno di condizione, e qualora le ragioni addotte non valessero a persuaderli, proporremo a maggior loro quiete, e sicurezza un lavoro di poca spesa da farsi nel caso che l' esperienza si opponesse a ciò, che la ragione ci dimostra fin quasi all' evidenza.

27. Esporrò intanto ciò che stimo equo, e ragionevole, e che mi fu suggerito, allorchè soggiornava in Lucca, da un nobile cittadino rispettabile non tanto per la nascita, quanto per le cognizioni in ogni genere di erudizione. Il ben pubblico, diceva egli, dee certamente preferirsi a qualunque privato vantaggio; pure essendo questo una proporzione dell' altro non dee trascurarsi quantunque volte non pregiudichi al pubblico interesse. Se mai per qualche accidente impensato fussero esposte alle inondazioni le nuove bonificazioni situate a Levante della via Francesca, perchè non dovrà procurarsi ad esse una sicura difesa? Ci porge un esempio di ciò che sarebbe praticabile nel caso nostro la costruzione dell' argine, detto de' Frassinetti, che costeggia la Fossa Nuova, e che ripara dalle espansioni del Padule le Chiuse a Levante di Viareggio. Per le misure prese il dì 8 Aprile, trovandomi io allora sulla faccia del luogo, si rilevò esser tale l' altezza del detto argine, che potrebbe sostenere le acque del Padule, sebben fossero un braccio più alte del pelo di quel giorno, il quale si riconobbe un mezzo braccio sopra il pelo basso di Estate. Abbiamo un altro simile esempio dall' argine detto di Prete Piero della Lena. Esso incomincia da un punto presso la strada di Montramito, e termina al di là del Rio di Massarosa, separando dal Padule le bonificazioni longo Monte. Si prolunghi dunque quest' argine a.

seconda del confine delle nuove bonificazioni col Padule, e si avrà tosto la desiderata sicurezza senza offesa del progetto. In riguardo poi allo scolo di questi terreni, rinchiusi fra l' argine e la via Francesca, in due modi potrà ottenersi, o con lo scavare un fosso dietro l' argine, e che metta nella fossa Maona, la quale per la fossa Selice depone in fine le acque nella Burlamacca; oppure con chiaviche disposte sull' argine da aprirsi e chiudersi conforme lo stato del padule. A me sembra che questo secondo provvedimento sia da anteporsi al primo. È certo che l' acqua scorrente in un canale, quanto è minore la capacità, tanto più si alza di superficie per vincere la resistenza del fondo, e delle ripe. Per la qual cosa sarà la Burlamacca in punti omologhi allo scolo più depressa, e lo sarà maggiormente per essere la sua linea più breve di quella dello scolo; e perchè al pelo della Burlamacca si uniformerà il pelo del padule adiacente, ne segue che sia più utile procurarsi lo scolo con le chiaviche in confronto del fosso indicato. Rispetto alle bonificazioni, situate a Ponente della via di Montramito, come che sia affatto immaginario il pericolo; per poco che si rialzi la detta strada sarà tolto non dirò già il pericolo, che non credo vi sia, ma bensì dissipato quel timore, che potrebbe rendere presso alcuni meno gradito il progetto.

RIFLESSIONI

Sopra il calcolo della spesa.

28. Sarò breve obbligandomi ad esserlo la scarsezza delle mie cognizioni, per cui non posso impegnarmi ad esaminare ciascuna partita, credendo per altro che basti trattare di alcune poche, dalle quali si potrà argomentare sopra le molte, senza che sarebbe inutile una sottile ricerca, ed un computo esatto del valore di ciascuna operazione, ove sono Periti ingegneri ammaestrati da lunga sperienza, e abbastanza conosciuti per la somma loro probità. Prenderò ad esaminare lo scavamento del canale aperto, e ricorrendo alla Relazione del signor abate Ximenes, trovo in una tavola notata la profondità, e le ricubature in braccia cubiche, secondo le divisioni fatte dall' Autore tra la sezione I. e la XX., ove ad ogni braccio cubico si assegna per prezzo medio una crazia. Presso di noi sarebbe giusto un tale prezzo, finchè però sia tale la profondità che possa il giornaliero gettare a mano la terra scavata sulla sponda del fosso. A misura poi che cresce la profondità, rendendosi più malagevole il trasporto della terra, cresce altresì il prezzo dell' opera; e tanto più se il terreno fosse così resistente, che col semplice badile non potesse distaccarsi, e abbisognasse servirsi prima delle zappe, e de'

picconi. Seguendo le regole qui in Bologna praticate, trovo il prezzo medio poco minore di crazie due; onde si avrebbe per tale aumento un dispendio quasi doppio del figurato nella Relazione. Ciò che si è detto di questo piccolo ramo, potrà applicarsi agli altri rami inferiori, ove sono maggiori le profondità, quando però non si pigliasse piuttosto il partito di sostituire il traforo allo scavamento.

29. E giacchè la botte fabbricata qui, non ha molto, sotto l' Idice me ne porge la opportunità, mi piace di fare il confronto di questa con quella da costruirsi sotto il Serchio, che così dal costo dell' una si potrà congetturare a un dipresso quello dell' altra. Cercheremo dunque in primo luogo quale rapporto abbiano tra loro i muramenti di ciascuna. La lunghezza della nostra botte fatta a due luci, ciascuna d' un diametro di braccia 4, e di altezza presa dalla soglia fino alla sommità dell' arco di braccia 5 $\frac{1}{3}$ uguaglia braccia 98. La larghezza poi di tutto il muramento, compresi i barbacani distanti l' uno dall' altro braccia 2 $\frac{1}{2}$, uguaglia braccia 17. La platéa fabbricata sopra la palizzata ha di altezza braccia 2, e il resto del muramento braccia 5 $\frac{1}{3}$. Le misure che si danno per la botte sotto il Serchio sono le seguenti. Lunghezza della botte braccia 280, delle quali 200 sono sottoposte all' alveo, e alle banchine del fiume, e 40 per parte serviranno ad imboccare il canale. La larghezza di tutto il muramento sarà di braccia 11 compresa la luce di braccia 7. L' altezza della botte dal suo fondo fino al rigoglio dell' arco braccia 6 $\frac{1}{3}$, a cui aggiunta la grossezza della volta, e quella insieme della coperta, o bardellone, si avrà l' altezza di braccia 7 $\frac{2}{3}$. Affinchè si renda più facile il confronto di queste due fabbriche ho calcolate le braccia cubiche del muramento. Fatta una sezione, secondo la larghezza, ho trovato che l' area appartenente al solido della nostra botte, uguaglia braccia quadre 76 $\frac{1}{3}$, che moltiplicate per la lunghezza danno braccia cubiche 7481. A questo numero aggiungendo l' importo di 38 barbacani, risulta tutto il muramento braccia cubiche 7886. Nello stesso modo ho fatto il calcolo per la botte sotto il Serchio. L' area che nasce per la sezione trasversale l' ho trovata di braccia quadrate 59 $\frac{2}{3}$, che moltiplicata per la lunghezza dà tutto il muramento braccia cubiche 16613, cioè poco più del doppio maggiore dell' altro.

30. Qui fa di mestiero notare le circostanze diverse dell' una, e dell' altra botte, le quali potrebbono alterare più, o meno il dispendio. Dovendosi formare la nostra botte sopra un terreno labile, e marcioso fu d' uopo sottoporre alla fabbrica tutta una ben fitta palizzata, sopra cui si stese poi, e fondossi una platéa di mattoni, e di calcina all' altezza di braccia 2. Si spera che la botte sotto il Serchio non esige un simile fondamento, essendo probabile che s' incontri un terreno sodo, e ghiaioso. D' altra parte essendo già

stabilito per diverse ragioni, che non accade qui riferire, di mutare l' alveo dell' Idice, si prevalse il direttore idrostatico di questa favorevole occasione per liberarsi dall' impaccio del fiume, fabbricando prima la botte, e aspettando che i materiali avessero fatto presa, e che la fabbrica tutta si fosse bene rassodata, e renduta sì forte da poter sostenere l' urto, e il peso della corrente. Lo stesso non potrà farsi costì, onde perchè sarebbe troppo dispendioso divertire altrove il fiume, si propone di fare il lavoro in tempo di estate, e di proseguirlo fino che sia scarsa l' acqua del fiume, la quale sarà divertita per un piccolo canale atto a contenerla. Le sorgive ancora potrebbero essere così abbondanti in tanta vicinanza del fiume, che cagionassero qualche ritardo al felice proseguimento dell' opera. Ma, comunque sia, non potranno mai queste circostanze portare tanta spesa quanta fu quella della palizzata, che importò poco meno di un terzo di tutto lo intiero costo, il quale ascese a Scudi 24000; onde il solo muramento può valutarsi Scudi 17000.

31. Non dee omettersi il risparmio che si farà per la costruzione della botte sotto il Serchio, posto che sia da parte il pensiero della navigazione, poichè, lasciando intatta la larghezza del canale sotterraneo, potrà ridursi l' altezza delle braccia 6$\frac{1}{2}$ alle braccia 4$\frac{1}{2}$, oppure 5. Con questa riduzione di misure egli è chiaro, che il muramento di cotesta botte non sarà mai doppio di quello dell' altra, e che la spesa non potrà giugnere a Scudi 34000. È inoltre da notarsi che questo calcolo è fondato sulla supposizione, che il costo de' materiali, e le mercedi dell' opere sieno le stesse e in Lucca, e in Bologna, quando realmente vi corre una notabile differenza, come si raccoglie da molti confronti, da' quali apparisce che sieno in ragione di 2 a 3; onde ammettendo, come è giusto, il precedente risultato, il quale senza dubbio pecca in eccesso, ne siegue che la spesa della botte sotto il Serchio sia per essere Scudi 22667.

32. Seguendo la ricerca spettante alla spesa, secondo quella traccia, che mi sono proposta, osservo che l' Autore della Relazione pronostica per la botte sotto il Serchio un dispendio di Scudi 12832, comprendendovi la spesa della escavazione di un canale aperto in lunghezza di braccia 350, con profondità di braccia 18. Fatto il conto di questo canale col discreto pagamento di una crazia per ogni braccio cubico, si raccoglie la somma di Scudi 2625, che sottratta dal precedente numero, resta per la sola botte il costo di Scudi 10207.

33. Ora per venire alla conclusione, due sono i rilievi da me fatti in riguardo alle spese occorrenti per alcune operazioni. Nel primo si esamina la escavazione di un canale aperto, e si conchiude che il costo non possa mai ascendere al doppio del prezzo figurato

nella relazione, massimamente se si ha riguardo alle differenze de' prezzi sopra stabiliti. Nel secondo spettante alla costruzione della botte si raccoglie un dispendio superiore al figurato in ragione di 23 a 10 prossimamente. Mi prevarrò della proporzione doppia, che è eccessiva, per rapporto a quelle, che risultano dai due confronti; e perchè la spesa di tutti i lavori spettanti al progetto si fa ascendere Scudi 125017, sul fondamento del nostro calcolo pronosticheremo il totale dispendio di Scudi 246034.

34. Non pretendo io già che questa mia supposizione fatta con metodo indiretto debba servire di regola per risoluzione da prendersi intorno al progetto, ma non credo nemmeno che sia del tutto da disprezzarsi, massimamente non essendo il rsultato molto discorde da quello, che co' metodi ordinarj è stato calcolato con tutte le possibili avvertenze da cotesti Ingegneri. Nella loro Perizia si fa la distinzione di un canale navigabile da un canale di semplice scolo, con l'avere nel primo accresciuta la larghezza del fondo fino alle br. 10, e l'altezza fino alle br. 11, e si calcola tutta la spesa di Sc. 278736. A questi aggiungendo il costo de' lavori da farsi ne' paduli alla marina, giunge il dispendio a Sc. 298736. Nell'altra ipotesi ristringendosi la larghezza del fondo a br. 4, e ridotta l'altezza br. 5, ed avutosi riguardo ai lavori ne' predetti paduli, si raccoglie la somma di Sc. 133516. La somma da me calcolata è minore della prima, e maggiore della seconda, come appunto dovea succedere, avendo supposte mezzane le misure dell'escavazioni, e de' trafori fra quelle immaginate dagl'Ingegneri ne' due precedenti calcoli. Conchiuderemo pertanto che la spesa totale non potrà mai giungere a Scudi 300000.

35. Ma facciamo pur anche che il totale dispendio fosse per essere di Sc. 300000, a questo non dovranno forse concorrere tutti que' possidenti, che ne avranno vantaggio, de' quali pure non pochi abitano e posseggono nello stato confinante? Non è da credere che il loro Sovrano, a cui la somma clemenza, e giustizia ha già conciliato l'amore, e la venerazione di tutte le Nazioni, voglia permettere che i suoi sudditi facciano un guadagno indebito sopra l'altrui gravoso dispendio. Secondo i computi fatti dagl'Ingegneri Martinelli, e Flosi il profitto che ne verrebbe pel nuovo Ozzeri allo stato della Repubblica sarebbe di Sc. 1417318, e nel territorio del Granducato, avutosi non pure riguardo agli acquisti nel contorno del lago, ma ancora al miglioramento dei terreni situati fra l'Arno, e gli argini del Lago, sarebbe il profitto di Sc. 810000. Perchè secondo questa proporzione di vantaggi la tangente della spesa per parte della Repubblica rimarrebbe a Sc. 191000.

RIFLESSIONI

Sopra il Porto di Viareggio.

36. Nella Relazione all'Articolo XVI. si descrive la forma del porto di Viareggio, e si accenna la principale cagione dell'arresto delle arene alla foce, le quali rendono difficile, o del tutto impedito l'ingresso ai Legni carichi, e in fine si propongono quei lavori che, secondo ragione, sarebbero atti ad impedire almeno in parte il nocivo interrimento prodotto dalle sabbie sospinte entro il canale dalle traversie de' venti ne' tempi delle burrasche. Ma considerando io i particolari provvedimenti immaginati a tal fine da diversi Professori d'Idrostatica, non so persuadermi che l'effetto fosse per corrispondere alle speranze concepite. Leggo nella sopra citata Relazione (1) del celebre Zendrini, proposto un riparo, da lui detto Cappello, composto di cassoni, e situato in distanza dalla foce braccia 100, oppure 120. Concedendosi che questo riparo fosse atto a sgombrare da ogni interrimento quel tratto di mare, che è interposto fra esso, e la foce, niuno però si darà a credere, che la sua attività debba stendersi oltre a tal segno. Ciò stante in meno di anni 24 si troverebbe il Cappello involto fra le sabbie, il canale del Porto rimarrebbe chiuso fra le spiaggie avanzate in mare dall'una, e dall'altra parte, la foce divisa in due con perdita della profondità, o piuttosto niuna foce si avrebbe spandendosi sottilmente le acque della Burlamacca sopra gli scanni. Converrebbe allora, affine di ricuperare il piccolo porto perduto, prolungare l'uno e l'altro Molo, e demolire il primo Cappello per costruirne un altro più lontano, quando piacesse di continuare i lavori nello stesso sistema.

37. Qualche fiducia ancora pare che s'abbia in una doppia palificata posta sopra vento in distanza da' Moli braccia 100, come quella che possa impedire il predetto sorrenamento, supponendosi che le sabbie sieno trasportate lungo la spiaggia dalla corrente littorale, che va dalla sinistra alla destra; ma se mai non reggesse del tutto il supposto, se vi fosse motivo di credere che i fiumi di gran portata, come Arno, e il Serchio in piena, spingessero a non piccola distanza dallo sbocco le arene, e che i venti agitando furiosamente il mare, e sollevando dal fondo le dette arene le spingessero verso il lido secondo quella direzione, con cui incalzano le onde, quale speranza vi resterebbe nella opposizione d'una doppia palificata? Ma di questo abbastanza, se non anche di troppo, dopo che il signor Tommaso

(1) Cap. III. art. 23.

Narducci, ed il sig. abate Ximenes hanno essi disapprovati i predetti lavori.

38. Un altro provvedimento viene indicato dal sig. abate Ximenes, da lui creduto opportuno per trattenere lungi dalla foce buona parte delle sabbie spinte dai venti ad occupare il Canale del Porto. Suggerisce egli un Molo da unirsi a quello di Ponente ad angolo quasi retto, da lui detto Contra-Molo, e con ingegnosi raziocinj ne dimostra i benefici effetti. Io non saprei oppormi alle sue ragioni, alle quali per altro pare che si opponga l' esperienza medesima, e l' infelice successo di un simile tentativo fatto nel Porto di Castiglione delle Maremme. Un Perito ingegnere si portò, pochi mesi sono, a visitare il Lago del medesimo nome per rilevare certe misure, a fare altre osservazioni a lui commesse. Trovandosi un giorno sul Molo vide accostarsi una piccola Tartana, che volendo entrare nel Porto, per quanti sforzi facesse, non potè mai riuscirvi. Interrogando poi il Perito alcuni del paese sopra lo stato del Porto gli fu risposto, che dopo la costruzione del Contra-Molo erasi ridotto il canale in quella infelice situazione. Non voglio io già sostenere che la colpa si debba al Contra-Molo, e potrebb' essere succeduto l' interrimento per qualche straordinario accidente, per cui se il Contra-Molo stato non vi fosse, di peggio fosse avvenuto. Con tutto ciò sarebbe un grande azzardo, e vi vorrebbe molto coraggio per intraprendere un simile lavoro dopo l' esperimento riferito.

39. Non si aspetti già che io proponga qualche nuovo riparo a difesa del Porto. Conosco la mia insufficienza e la niuna pratica degli effetti maravigliosi, che produce il mare intorno la spiaggia. Parlando con tutta schiettezza, per quel poco che ho letto in questa materia, sono disposto a credere che per un Porto situato nelle stesse circostanze della foce di Viareggio, l' unico rimedio da praticarsi sia quello di andare prolungando i Moli secondo che si avanza la spiaggia, con l' avvertenza però d' inclinarli quel tanto, e non più, che si creda necessario per coprire i bastimenti dai venti più burrascosi.

CONCLUSIONE.

40. Queste sono le considerazioni, che ho fatte sul progetto datomi ad esaminare, le quali se faranno in altrui quell' effetto, che hanno fatto in me stesso, io mi tengo certo, che non solo sarà approvato il progetto come unico rimedio ai gravi danni, che ora soffre lo Stato della Repubblica, ed ai gravissimi che dovrà soffrire in avvenire, ma che ognuno resterà persuaso essere espediente, o piuttosto necessaria una pronta esecuzione. A voler chiarirsi se ciò sia

vero, basta soltanto dare un' occhiata alla situazione del territorio Lucchese, la cui pianura cinta intorno da' monti non ha al presente altro scolo delle sue acque salvo quello solamente, che dipende dallo stato de' due fiumi Serchio, ed Arno, i quali alzandosi, come fanno continuamente di fondo, pel continuo allungamento del loro corso al mare, che sempre più si allontana, in vece di ricevere essi le acque de' contorni, sono già disposti e vie magiormente si vanno disponendo a versare, e spandere le loro proprie sulle soggette campagne. Non sono queste congetture, non tristi presagj di quello, che può intervenire, ma racconti piuttosto, e storie troppo fedeli di ciò, che di fatto va bene spesso intervenendo. Rispetto al Serchio ho veduto io stesso ne' primi giorni della mia dimora in Lucca per cagione de' rigurgiti delle sue acque nell' Ozzeri, tutto che la piena non fosse più che mezzana, inondati i solchi de' campi poco lungi dalla stessa città; dal che si può rilevare facilmente quali sarebbono gli allagamenti in tempo di lunghe piogge, e di maggiori piene del fiume, le quali si levano talvolta fino alle 9, ed anche alle 10 braccia sopra il pelo basso del fiume medesimo. Veramente per conto del Serchio non pare abbia luogo il timore di mali sempre peggiori, attesa la Steccaia situata inferiormente allo sbocco dell' Ozzeri, ma chi ci assicura che non debba essere rialzata quando che sia a comodo de' mulini di Ripafratta, allora massimamente quando il tronco inferiore del fiume abbia di soverchio alzato il suo fondo? Quanto poi all' Arno già sappiamo per prova, che restando chiuse lungo tempo le cateratte di Riparotto, e di Bientina, per impedire i rigurgiti del fiume, quando è in piena, rigonfia talmente, e si alza il lago per le piene degl' influenti, che ne rimangono lungo tratto annegati i terreni adiacenti. Chi è che non abbia a memoria la troppo memorabile inondazione del 1778, quando affondate d' ogni intorno le campagne dalle porte quasi della città andavano le barche fino al lago di Sesto? Vero è, il concedo, che come grave, e calamitoso, così fu anche insolito un tale avvenimento; ma d' altra parte chi potrà negare, se non ci si metta conveniente riparo, non sia per divenire in appresso assai frequente, ed ordinaria una tanta sciagura? La cosa è troppo chiara. Se fora ci vogliono eccessive piene dell' Arno perchè ne siegua la inondazione del 1778, rialzato che sia, diciam pure solo di un braccio, o due il letto del fiume, non basterà egli allora il concorso di piene ordinarie a produrre lo stesso funestissimo effetto, ed a rendere quasi ogni anno calamitoso, ed infausto al pari di quello? Che sarà poi quando il letto del fiume sia giunto a tale altezza, che il pelo basso non riesca meno pernicioso delle odierne straordinarie escrescenze? Alcune carte Topografiche ci vorrebbono far credere essere stato il lago di Sesto più

breve, e ristretto, in paragone dell' ampiezza, di cui ora gode in tempo di acque basse. Se ciò è vero, convien dire che malgrado le torbide degl' influenti, abbia potuto più la difficoltà accresciuta dello scolo a dilatare il Lago, che non le materie deposte a ristringerlo; chiarissimo argomento siccome della poca torbidezza degl' influenti, così ancora del continuo peggioramento dello scarico, che soffre il Lago.

41. Che il progetto del nuovo Ozzeri sia il rimedio, che fa di bisogno, di questo non credo possa cader dubbio a nissuno, dopochè abbiam dimostrato con argomenti, e prove le più convincenti, che in tal caso dovrassi abbassare notabilmente il lago di Sesto, siccome quello, che per mezzo del nuovo Canale acquisterà un felice scolo a dirittura nel mare senza danno di alcuno, e senza che v' abbia ad avere l' Arno la minima parte. Del Serchio poi non vi è da temere per verun conto, potendosi tenere racchiuse fra gli argini le sue piene. Basta solo arginare il vecchio Ozzeri, e dividerlo dal Rogio, o questo riservarlo al recipiente di que' fossi, e scoli, che non vorranno introdursi nel nuovo Ozzeri. Così facendo sarà in sicuro ogni cosa. Che se alcuni ci fossero, a' quali paresse poter avervi altri compensi fuori del Canale proposto, onde ottenere con minore spesa non minore vantaggio (nè manca forse chi crede averne già alcun ritrovato) io sono in grado di pregare, come fo, questi tali che non vogliano aversi a male, se piuttosto, che a loro, io presti fede a que' valent' uomini, i quali con tanto studio, e fatica hanno quale proposto, quale approvato il progetto del nuovo Ozzeri. Io son bene lontano dal pretendere a quell' autorità, ed a quel credito, che ben giustamente è loro dovuto. Qualunque però io mi sia, giacchè sono stato chiamato anch' io a dire su ciò quello che sento, dirò pure franchissimamente che più mi sono io internato nell' esame, e più mi sono confermato nella opinione, che l' unico rimedio a tanti mali sia quello del nuovo Ozzeri. Quante volte accade che quello che a prima vista avresti giurato essere l' ottimo partito, pensandoci sopra un po meglio, ed esaminata più maturamente la cosa, trovasi poi disadatto all' uopo, e manchevole. Anch' io la prima volta che per agevole strada, e dolcemente acclive fui condotto alla foce di Filettori, donde scoprivansi gli spaziosi paduli dalla marina, corsi subito a dire, doversi ad essa, che parea quasi a se il chiamasse, indirizzare senza dubbio il nuovo Canale. Mostratami poi la carta topografica, e fattami vedere la strada, che bisognava tenere per giungere colà, quanto mi trovai del mio giudizio ingannato. Quella linea, che da prima mi era cotanto piaciuta, sarebbe riuscita in pratica più lunga dell' altra con grave discapito della pendenza; ed oltre a ciò dovendo essa passare a certo luogo tra il Serchio, ed il

Monte, dove appena ci è tanto spazio, che vi possa capire il nuovo canale, vi sarebbe sempre il pericolo di una rotta del fiume, che mettesse in disordine tutto il sistema. Merita ancora di essere considerato che incontrandosi la linea, ed entrando nel territorio della Toscana, se mai non piacesse a quel Sovrano cotal servitù, converrebbe abbandonare l' impresa.

42. La spesa occorrente per la esecuzione del progetto, in confronto dell' utile, non può certamente spaventare se non quelli, che ne credessero il computo o meno esatto, o meno sincero, il quale per altro pare a me essere stato fatto con ogni maggiore diligenza, ed onoratezza. Direi quasi che gl' Ingegneri, anzi che diminuire abbiano studiosamente accresciuta la spesa, e che per isfuggire l' estremo del difetto, siano dati nell' altro eccesso, voglio credere per isfuggire l' errore, che più si condanna. Comunque sia, se v' ha chi dubiti de' calcoli, chi gli vieta d' accertarsene? Ma se sono essi giusti, e fedeli, come credo, qual sarà mai quell' economo che non abbia il coraggio di sborsare, diciam pur anche trecentomila scudi per acquistare un fondo, che nel solo territorio di Lucca sorpassa il valore di un milione, e quattrocento mila scudi? Che se vogliasi aggiungere a questo, e mettere in conto anche il vantaggio, che ne verrà al piccolo porto di Viareggio pel maggiore concorso colà d' acque sì opportuno a tenere più sgombra la foce, ed il canale a comodo della navigazione, e del commercio, di quanto non crescerà egli la somma del guadagno? Lascio da parte il miglioramento dell' aria, a cui non saprei qual prezzo assegnare, se egli è pur vero che la sanità, e la vita sono beni maggiori d' ogni prezzo. Certo egli è che lasciandosi le cose come sono, andrà sempre crescendo la corruttela, ed infezione dell' aria, pel ristagno quasi continuo delle acque nei fossi della pianura, e da quindi innanzi frequenti si renderanno le febbri epidemiche, per cui vedrassi la inerzia ed il languore negli abitanti succeduto a quella nativa attività ed industria, ch' è un pregio particolare di cotesta nazione; onde può dirsi che mentre si tratta, e si delibera se convenga mettere riparo al presente disordine delle acque, si tratti nello stesso tempo, e si deliberi se debba o no provvedersi alla conservazione, ed alla sussistenza medesima dello stato.

43. Bene sta, dirà forse taluno, i vantaggi del progetto sono grandi, grandi sono i mali a che si va incontro con l' andare del tempo; ma pure, essendo i mali ancor tollerabili, dovremo noi senz' altro metter di mano all' opera, e intraprendere tosto i lavori? A me pare certamente che questo fosse il partito migliore. A buon conto più presto si fa, e più si guadagna. Quanti anni si anticiperanno i lavori saranno tante annate di più, che si ricaveranno da' terreni nuovamente acquistati. Che se s' incomincia a commettere la decisione

d' uno in altro anno, crescendo il male così a poco a poco, e non riconoscendone l' aumento se non nel corso di parecchi anni, non giungerebbe mai quell' anno, oltre il quale si credesse di non dovere aspettare più lungamente; ed intanto accostandosi il tempo de' mali estremi, diminuita già la popolazione, perdute in gran parte le sostanze de' possidenti, e venute meno le forze dello stato, riuscirebbe assai più difficile, e più gravosa l' impresa. Se bisognerà pure ad ogni modo tosto o tardi pigliare partito, perchè mai aspettare che l' ultima necessità ci strappi a forza quella risoluzione, la quale, presa a suo tempo, avrebbe avuta lode di zelo del pubblico bene, e di pietà verso la patria! A' nostri giorni l' oggetto dell' agricoltura è divenuto il più importante presso tutte le più colte Nazioni. Non si risparmia fatica, non si perdona a danaio qualunque volta si tratti di facilitare gli scoli delle campagne, di aprire nuovi canali, di asciugare paludi, e ciò pur anche dove mancono gli abitatori alle nuove terre acquistate, e coloni per coltivarle. Nello stato della Repubblica abbonda la popolazione, e manca il terreno occupato in gran parte dagli stagni, e da' paduli, e il nuovo progetto è tale appunto, come lungamente si è dimostrato, che porge la più bella occasione di animare maggiormente l' industria de' sudditi, offerendo loro ne' terreni di nuovo acquisto come procacciarsi un premio più abbondante, e meglio proporzionato alle loro fatiche.

44. Io sottopongo queste mie riflessioni al fino discernimento delle SS. LL. Illustriss. ed Eccellentiss., alle quali se mai paresse che alcuna volta avessi col discorso oltrepassati i limiti di un semplice Idrostatico, io le prego umilmente a non condannarmi di troppa presunzione, ma bensì ad attribuirlo a quel vivo zelo, e sincero interesse, che mi anima per i vantaggi di una Nazione, per cui ho professato sempre un'alta stima, e somma venerazione, a cui poi si aggiunge una dovuta rispettosa riconoscenza per i distinti favori, e pel grazioso accoglimento ricevuto in tempo del mio soggiorno in Lucca.

INFORMAZIONE

DEL SIGNOR ABATE

LEONARDO XIMENES

INTORNO ALLE RIFLESSIONI DEL SIG. ABATE BOSCOVICH,

ED INTORNO

ALL' ESAME DEL SIGNOR EUSTACHIO ZANOTTI

Sulla sua Relazione generale de' 25. Settembre 1778. appartenente al Progetto di un nuovo Ozzeri nello stato della Repubblica di Lucca.

Essendo stato da me partecipato fino dall' anno 1778 il mio progetto agl' Illustriss. ed Eccellentiss. Signori del Consiglio della Repubblica, nel quale a tenore delle loro gentilissime commissioni era stato esaminato dopo una lunga visita il pensiero di liberare lo Stato di Lucca da' gravissimi danni delle acque, che spesso inondano quel territorio, e ciò per mezzo di un canale nuovo, il quale partendo dal fondo del lago di Sesto, o di Bientina vada a scaricare le acque così del Lago come di tutta la pianura nel mare di Viareggio, si sono compiaciuti detti Eccellentissimi Signori di pigliare in considerazione quanto allora fu da me meditato, e scritto intorno a' vantaggi di detto Canale nuovo, intorno alla sua certezza, intorno alla fisica eseguibilità, e finalmente intorno al valore degli acquisti troppo superiori all' importare della spesa.

E perchè nelle grandi, e dispendiose operazioni giova sempre il temere, giovano sempre gli esami più maturi, e più profondi, perciò prudentissimamente fu presa la risoluzione di partecipare la mia Relazione a due celebri Professori, il primo de' quali fu il sig. abate Ruggiero Boscovich dimorante in Parigi allo stipendio di Sua Maestà Cristianissima per l' avanzamento dell' Ottica, e de' Telescopj Acromatici; ed il secondo il sig. Eustachio Zanotti astronomo dell' Università di Bologna, e direttore delle operazioni idrauliche delle valli Bolognesi. Quanto è stato opportuno, e saggio un tal consiglio per assicurare sempre più una impresa così grandiosa, altrettanto maggiore è stata la mia compiacenza, vedendo che così la debolissima mia autorità viene ad essere sostenuta, avvalorata, e disimpegnata

con l' autorità assai preponderante de' duo chiarissimi Professori, i quali sono a me sottentrati come veri mallevadori dell' opera presente, quando la Repubblica si degnasse di approvarla, e di eseguirla.

Non è stata minore la mia riconoscenza per il cortese pensiero della Repubblica, cioè di spedirmi per mezzo de' suoi signori Deputati quanto hanno saputo rilevare, e scrivere i sopraddetti Professori dopo avere esaminata ad una ad una tutte le proposizioni della mia Perizia; riconoscendo in un tal atto come obbligantissimo per la fiducia, che ha voluto in me riporre l' Eccellentiss. Consiglio prima di risolvere cosa alcuna intorno al vegliante progetto.

Per secondare adunque il desiderio tanto obbligante della Repubblica, ho considerato in primo luogo le Riflessioni del primo Professore, e poi l' esame del secondo, per poter divisare e concepire la più giusta informazione intorno ai diversi loro pensamenti. Ed affinchè sia separata una cosa dall' altra, mi sono determinato a dividere in due parti una tale mia informazione, la prima delle quali verserà intorno alle Riflessioni del sig. ab. Boscovich, e la seconda intorno all' esame del sig. Eustachio Zanotti.

Prima però d' inoltrarmi nelle due rispettive informazioni, mi giova di rilevare generalmente che amendue i Chiarissimi Professori pienamente convengono nella sostanza del progetto, nella sua eseguibilità, nei principj, sopra de' quali è fondato, nelle dimensioni del nuovo Ozzeri, ne' suoi effetti vantaggiosi, nell' utilità della spesa qualunque siasi in paragone degli acquisti, in una parola in tutte le mie proposizioni, che in sostanza compongono la serie della mia perizia.

Per la qual cosa senza nuovi esami potevano benissimo gli Eccellentis. Signori del Consiglio stabilire, e determinare la esecuzione di un progetto avvalorato da due chiarissimi Professori. Se io tralascio i loro testi, ne' quali essi pienamente concordano con la sostanza della mia Relazione, lo fo per amore della brevità, e perchè non vi è quasi pagina, la quale non contenga l' approvazione ora di un articolo, ed ora di un altro, e perciò può dirsi che eccettuati alcuni periodi dell' uno e dell' altro scritto, tanto l' uno che l' altro racchiuda l' approvazione delle principali mie proposizioni.

Non occorrerebbe neppure alcuna risposta a que' passi, che discordano da alcuni miei calcoli, come pure da alcuni metodi da me adoperati per venire in chiaro della verità, e ciò non solamente perchè le difficoltà di detti passi percuotono generalmente, non già i punti essenziali, ma bensì alcuni articoli secondarj, e quasi accidentali, ma eziandio perchè i soli Deputati, e Periti della Repubblica erano capacissimi a risolvere quelle poche difficoltà, che sono state mosse in contrario. E perciò mi pareva superflua l' opera mia, quando

gli stessi Deputati della Repubblica potevano bene supplire alla medesima.

Pur nondimeno per eseguire i riveritissimi cenni dell' Illustriss. ed Eccellentiss. Consiglio non ho trafasciata ogni maggiore diligenza, ed attenzione, per rispondere con la mia Informazione a quelle difficoltà, che sono state mosse dalla sagacità, e dallo zelo de' due Professori, da' quali se io dissentirò, intenderò sempre di farlo col rispetto proporzionato al merito loro, e con l' animo di togliere ancora queste secondarie difficoltà, quantunque esse non alterino in minima parte la sostanza della Perizia.

PRIMA PARTE

Dell' informazione relativa alle Riflessioni del chiarissimo sig. abate Boscovich (1).

N.° 6.

Le difficoltà, che l' Autore delle Riflessioni ha promosse contro la botte sotterranea da me progettata l' anno 1761, e 1763, troppo proverebbero se mai sussistessero, giacchè sono state costruite, e si costruiscono ogni momento delle botti sotterranee di notabile concavità, che sotto l' alveo de' fiumi fanno trapassare le acque delle campagne dalla destra alla sinistra, o dalla mano contraria senza che accada alcuno di quegli inconvenienti, che egli vi apprende, com' è stato da me lungamente provato nell' articolo della mia perizia. Ma battendo tali difficoltà non già sulla botte presente, che col viaggio rettilineo passa sotto del Serchio, ma bensì sull' altro genere delle botti concave, che sono estrane al nostro intento, le sue riflessioni non vi avranno alcun luogo, giacchè egli stesso ha assicurato *che per il nuovo cangiamento d' idea non vedersi alcuna difficoltà fisica, che possa prudentemente opporsi alla proposta operazione considerata nella sua sostanza.*

N.° 9.

Nell' atto di approvare l' idea del mio Laghetto, come pure l' abbondante pendenza, egli mostra desiderio di una maggiore diligenza per scandagliare i maggiori fondi del lago, osservando che nel mio Articolo IV. si è scandagliato in una sola linea. Perciò egli crederebbe opportuno scandagliarlo in molte linee più lontane. Tuttociò

(1) Li numeri posti nel mezzo delle pagine indicano gli articoli delle Riflessioni del sig. abate Boscovich.

sarebbe ben fatto quando per la foce del nuovo Ozzeri dovessero rintracciarsi i maggiori fondi del lago; ma dovendo questi tralasciarsi non solamente per abbandonarli a quel Lagacciuolo, ch' egli approva, ma eziandio per non diminuire quella caduta, ch' è assolutamente necessaria al felice scolo delle acque, sembrava allora inutile il perdere un tempo prezioso in ricerche non necessarie. L' oggetto di queste era pienamente soddisfatto con impostare la foce del canale nuovo braccia uno sotto il fondo del lago scandagliato per quella linea.

Si presentava ancora un altr' oggetto, che l' Autore delle Riflessioni valuta moltissimo, cioè che di là dall' Isola appartiene il fondo al Granducato di Toscana, e perciò impostando ivi la foce del canale, s' incontrerebbe la difficoltà medesima, che l' Autore delle Riflessioni ha opposto alle due mie Perizie del 1761, e 1763 secondo le quali le acque del territorio Lucchese si facevano sboccare nel punto di Filettori di giurisdizione Toscana.

Non dee per altro dissimularsi che quantunque i nuovi scandagli proposti non abbiano relazione al nostro progetto, contuttociò i signori Deputati della Repubblica hanno voluto eccedere ancora nelle loro operazioni, scandagliando il lago per altre linee, le quali ci hanno dato una più chiara idea del Lagacciuolo, ma nulla contribuiscono per far variare il punto della bocca del canale.

N.° 11.

Dopo la pienissima approvazione sulla stabilità de' terreni, per cui dee passare il nuovo Ozzeri, sulla proposizione de' pozzi per la ventilazione dell' aria, e per la estrazione delle materie, con quanto altro si racchiude nel mio Articolo VI., passa il chiarissimo Autore a rammentare certe profonde cavità, che debbono incontrarsi nelle grandi escavazioni per lo sconvolgimento di que' vulcani, a' quali vogliono attribuirsi le irregolarità degli strati sotterranei. E quantunque lo stesso Autore assolva da tali profonde caverne il corto spazio sotterraneo, che dovrà dar luogo al Canale sotto il monte di Balbano, contuttociò sembra liberale una tal eccezione, la quale su suoi principj de' vulcani, potrebbe aver luogo ancora sotto il monte di Balbano.

Quando però queste gran caverne s' incontrassero, altra conseguenza non ne verrebbe se non che esse tosto si riempirebbero con le acque del nuovo Ozzeri, e che risparmierebbesi così una parte di escavazione sotterranea, la quale in tale ipotesi sarebbe stata fatta dalla madre natura.

Che se poi volesse concepirsi un altro caso possibile; cioè che tali

vaste, e profonde caverne fossero valevoli ad ingoiare tutte quelle acque, che provengono dal lago di Sesto, e dalle pianure della Repubblica, allora tanto meglio sarà per noi, giacchè in vece di trasportare tutte queste acque al lago di Maciuccoli, ed alle Fosse, che da esso conducono al mare, esse troverebbero un pronto ricettacolo nelle profonde terrestri caverne, le quali non già di ostacolo, ma di grandissimo vantaggio tornerebbero all' impresa presente. Perciò o tali caverne s' incontrano, ed allora vantaggioso dovrà dirsi un così impensato accidente, o esse in realtà non esistono, ed allora si proseguirà il canale sotterraneo.

N.° 13.

Dopo una lunga approvazione, ripetuta nell' articolo 12. sulla botte sotterranea, che dee passare sotto l' alveo del Serchio alla profondità di molte braccia, ch' è stata da me computata di circa braccia 6, si fa passaggio nel numero 13, ad una nuova approvazione del condotto sotterraneo dedotta dalla sperienza, e dal fatto medesimo. Ed avendo io nell' Articolo IX. descritti molti esempi tanto antichi, che moderni di somiglianti condotti, uno di più ne suggerisce il chiarissimo Autore, consistente nel grande emissario sotterraneo del lago di Albano opera certamente memorabile degli antichi Romani. Non si lascia di rammentare il nuovo canale di Piccardia, da me pure accennato nella mia Relazione. Giova però di sapere che recentemente sieno stati tolti gli ostacoli non già fisici, ma puramente morali, e che in conseguenza debba essere continuata un' impresa grandiosa sospesa per qualche tempo per le difficoltà studiate dagli avversarj.

N.° 15.

Era stata rammentata nell' Articolo 14. la scelta del punto preciso, sul quale dovesse impostarsi il principio del Canale nuovo; ed in esso troppo onore mi fa l' Autore per la medesima scelta, che certamente dipende da molte notizie locali, e dalla prudenza dell' Architetto. Passa egli in questo numero a concorrere col mio Articolo IV. impostando il canale in una gronda del Lago affatto libera dagli antichi canali, quali sarebbero da una parte il Rogio, e dall' altra la Fossa Nuova. Giudica egli in questo numero di ripetere quanto ha già detto nel numero 13 intorno ad uno scandaglio generale, dicendolo necessario per trovare i fondi maggiori, ed io pure ripeterò che non ho mai cercati detti fondi maggiori, perchè qui non si tratta di rasciugare tutto il Lago, ma di lasciare studiatamente un Laghettino per le ragioni da me descritte, ed approvate dal medesimo Autore.

N.° 16. 17.

Nel presente numero approvasi di bel nuovo il sito scelto per far passare le acque sotto il Serchio, come pure l' altro punto della foce di Balbano, e non meno la scelta de' canali, per cui le acque dovranno scaricarsi sul mare di Viareggio. Ma nel numero seguente si cominciano a muovere de' dubbi intorno alla pendenza totale del nuovo Canale dal lago di Bientina sino allo sbocco di Balbano. Non dubita punto l' Autore sull' esattezza delle livellazioni, ma soltanto sembra al medesimo eccessiva la pendenza di circa un braccio per miglio, dicendo egli come siegue.

Come io son persuaso che la pendenza di quasi un braccio per miglio è troppo maggiore di quella, che si richiede per far correre quella specie di acque prive di materie grosse senza lasciarvi delle deposizioni, così sono persuaso che due, e anche tre braccia di meno sul totale non farebbe alcun danno per questo capo.

Merita primieramente di essere avvertito, che qualche poco manca alla pendenza di un braccio per miglio, essendo stata da me calcolata di 93 centesime di braccio, e poi sull' idea di qualche addirizzamento è stata supposta di 94 centesime. Diminuendo adunque tal pendenza nella ragione del 12½ al 9½ (giacchè si vuole la diminuzione di tre braccia), tornerebbe allora il declive del nuovo Ozzeri a ragione di 71 centesime per miglio. Ora una tal pendenza è così scarsa, che col paragone, e con l' esempio de' medesimi fiumi comprovasi insufficiente a trasportare le materie terrose, ed arenose. Oltre a quanto io ho rilevato su tale pendenza nel mio Articolo VIII, nel quale lungamente ho discussa una tale materia, adducendo l' esempio di altri canali, una nuova e palpabile sperienza potrò addurre di altre posteriori visite fatte su quel ramo del fiume Arno, che dalla bocca del canale della Gusciana trascorre verso Pontedera, e da tal punto s' incammina verso la terra di Calcinaia. In questo ramo la pendenza è alquanto maggiore di braccia 1. 25 centesime per miglio, e su questa pendenza il fiume Arno ha stabilito il suo alveo. Il detto alveo non porta alcun vestigio di ghiaia, la quale egli lascia molto superiormente sotto i monti di Gonfolina, e le sue materie consistono in pura terra con qualche mescolamento di materie arenose, come naturalmente accaderà nel nuovo Ozzeri, quando ancora dal medesimo si escludano le acque del vecchio Ozzeri, del Rio della Contesora, e di Castiglioncello. Poichè le fosse maestre de' campi adiacenti in qualunque maniera siano regolate, sempre però avranno una tal caduta verso il nuovo Ozzeri, che oltre alle materie terrose, vi strascineranno sempre qualche mescolamento di arena. La portata del fiume Arno, non dirò già nelle sue piene, ma bensì nelle sue

acque magre, sarà certamente più e più volte maggiore, che non sarebbe la portata del nuovo Ozzeri ne' tempi piovosi.

Se adunque al fiume Arno di tanto maggior portata non servono sette decime di braccio per la sua pendenza, molto meno esse serviranno per il nuovo Canale, che per la sua minore portata risente tanto maggiori le sue resistenze. Ed essendo l'articolo della pendenza troppo essenziale per la felice riuscita della presente operazione, insisterò sulla medesima rammentando qui di bel nuovo quanto è stato da me detto sulle pendenze dell' Arno, dell' Serchio, dell' Ombrone Pistoiese, e dell' altro Maremmano all' Articolo V. della mia Relazione. Ed ora soggiungerò per una maggiore conferma la pendenza della Brenta, e della Brentella nel territorio Padovano.

Pertanto le replicate livellazioni sulla Brenta accordano a questo fiume sotto il termine delle ghiaie più minute la pendenza di piedi due Veneti per miglio, i quali prossimamente equivalgono ad un braccio Lucchese (1).

Mi obbliga pure l' importanza di questa materia a soggiungere il risultato di un' altra livellazione da me pure ripetuta sulla pendenza dell' alveo della Brentella, la quale essendo doviziosissima di acque perenni, in modo tale che da esse sono animati almeno cinquanta

---

(1) Ancor tralasciando tutte le altre pendenze de' fiumi sotto il termine delle ghiaie, convincentissima sarà nel caso nostro la pendenza del fiume Serchio dedotta dalla livellazione fatta concordemente da' Periti dell' offizio de' fossi di Pisa, e quelli della Repubblica. Secondo tale livellazione, che non può essere più autentica, l' ultima pendenza del Serchio dalla sezione segnata II nella pianta, e profilo di detta livellazione sino allo sbocco del medesimo in mare, è stata trovata per tutto il viaggio di pertiche 1440 di braccia 1 once 9 denari 4, e perciò torneranno rispetto ad un miglio once 8. 11 denari, cioè prossimamente once 9. Si sa che le ultime pendenze de' fiumi verso il mare sono piccolissime, e con tutto ciò il fiume Serchio ha una pendenza di circa 75 centesime per miglio. Se poi si trascelga la sezione superiore RR, che è molto più analoga al caso presente, dove pure il Serchio corre in pure arene, si troverà la sua pendenza a ragione di braccia 1 denari 4 per miglio. È questo ramo di lunghezza pertiche 2460, e così l' ultimo suo termine dallo sbocco al mare è distante miglia 6 ½ da cui certamente è lontano il termine delle ghiaie. Se adunque un così gran fiume in paragone del canale nuovo ha bisogno di più di un braccio per miglio in un tronco, che non è lontanissimo dal mare, come mai potremo persuaderci che il nuovo Ozzeri possa stabilirsi il suo alveo nelle materie terrose, od arenose con una pendenza minore di un braccio, trovandosi la sua imboccatura nel lago di Sesto alla distanza di circa miglia 18 dal mare di Viareggio? Benchè le acque del lago di Sesto siano depurate nell' ideato lagacciuolo, contuttociò quelle della campagna strascineranno, com' è stato avvertito, non solo le sottili materie della terra, ma ancora delle arene di mediocri diametri, per le quali vi vuole un impulso corrispondente almeno alla caduta di 94 centesime di braccio per ogni miglio.

edifizj parte dentro Padova, e parte nel luogo, detto la *Battaglia*, pur non di meno tali sono le leggi delle acque correnti, che l' alveo di questo fiume gode un declive di un piede e mezzo per miglio, ch' è molto di più di 71 centesime del braccio Lucchese. Che se la Brenta, e la Brentella per qualche sinistra operazione dell' idrualica venissero a perdere qualche parte di quella pendenza destinata dalla natura, che essa si studierebbe con l' elevazione del fondo ne' punti superiori a ristabilire il declive diminuito per colpa di qualche ingegnere.

Così certamente accaderebbe al fondo del nuovo Ozzeri, le cui acque non giugneranno neppure alla parte trentesima della Brenta, e della Brentella, se mai si venisse a diminuire notabilmente la stabilita pendenza. Mi contenterò di avere aggiunte a tutte le altre queste nuove sperienze, per dimostrare all' Autore delle Riflessioni, che la pendenza di 94 centesime non è tanto eccessiva, quanto egli crede. Soggiungerò inoltre che quando non ci venissero in aiuto le acque chiare di quel Laghetto, che si procura appunto a tale intendimento, io sarei inclinato a credere che tal pendio fosse piuttosto scarso che avvantaggiato, e che grandissima diligenza dovrebbe adoprarsi nell' introdurre nel nuovo Ozzeri le acque delle campagne laterali di caduta tanto straordinaria.

Si passa poi sulla fine di questo numero a condannare come troppo incerto il mio calcolo sul discarico delle acque del Lago nel nuovo Canale a motivo dell' ipotesi da me adoprata sulla scala delle velocità. Una tale ipotesi è stata da me riconosciuta non solamente come dubbiosa, ma eziandio come falsa. E se essa è stata da me maneggiata in quel calcolo, ne ho avuta tutta la ragione, giacchè comprenderà benissimo l' Autore delle Riflessioni che detta ipotesi è a me svantaggiosissima, e come tale è stata adoprata.

Secondo la detta ipotesi del Mariotte, e del Guglielmini il discarico delle acque si fa in un tempo molto maggiore, che non succede nella seconda ipotesi del Castelli. Se poi si vorrà stare non già alle ipotesi, ma bensì alle pure sperienze, allora sarà dimostrato nella seconda parte di questa mia informazione, che la vera legge della natura porta una velocità molto maggiore, che non è quella dedotta dalle due ipotesi del Guglielmini, e del Castelli. Se adunque la vera velocità media de' fluidi correnti ci si palesa maggiore, che non è nelle ipotesi adottate, ne verrà in conseguenza che il discarico del Lago in realtà dovrà seguire con prontezza maggiore, o sia in un tempo minore di quello già da me calcolato.

N.° 18.

La Memoria da me stampata fino dal 1769 va per le mani di tutti, essendo essa contenuta nel tomo dell' Accademia di Siena, pubblicato in quell' anno. Se poi detto volume non è pervenuto a Parigi, non per questo lasceranno di avere il suo valore le proposizioni e sperienze citate, specialmente nella introduzione a quella Memoria.

Si mettono in dubbio dette mie proposizioni soltanto perchè sono da me nominate *ipotesi*, quasi che false o incerte siano le attrazioni che universalmente si chiamano ipotesi, false ed incerte le leggi dell' elaterio, che pure sono chiamate ipotesi. Conviene dunque distinguere le ipotesi puramente arbitrarie, e mal fondate dalle ipotesi appoggiate o sull' esperienze, o sulle ragioni. Di tal qualità sono le mie maneggiate nella mia Memoria idraulica del 1769, giacchè escludendo io le ipotesi veramente arbitrarie del Guglielmini, e del Castelli, altre ne sostituisco, le quali sono conformi alle molte sperienze diffusamente descritte in quell' opuscolo. Ivi si rammentano le sperienze fatte dallo Zendrini sul Po di Lombardia, le altre fatte dal signor Pitot sulla Senna, le altre che ciascuno ha fatte più e più volte su qualunque fiume, e canale, osservandone le sue velocità superficiali, le quali non sono affatto nulle, come le suppone il vertice parabolico del Guglielmini, ma sono assai considerabili. Su tali esperienze io ho appoggiate le mie proposizioni idrauliche, le quali conveniva leggere prima di condannarle.

Convengo col chiarissimo Autore non esservi nè calcolo, nè teoria da sciogliere geometricamente i presenti problemi Idraulici; ma non posso convenire che a forza di replicate sperienze, e di moltiplici combinazioni non possa rinvenirsi una legge sulle velocità de' diversi strati de' fluidi, la quale se non precisamente, almeno assai prossimamente ci rappresenti le vere leggi della natura.

Merita in questo luogo di essere avvertito, che per quanto sieno varie le opinioni del chiarissimo Autore, e le mie intorno alla pendenza dovuta al nuovo Ozzeri, ed intorno ai metodi per calcolare la portata dell' acqua, e il loro discarico, niuna incertezza potrà temersi nella esecuzione del progetto, ogni qualunque volta sia trascelta la pendenza maggiore, la quale non solamente ci rende sicuri dalle nocive deposizioni delle materie, ma ancora coopera mirabilmente alla felicità del discarico, la quale non è stata mai riflettuta dall' Autore delle Riflessioni, il quale non altro ha considerato che il solo oggetto delle deposizioni. E se per tale oggetto la pendenza totale fosse più che bastante, essa gioverebbe per facilitare lo scolo delle acque invernali. Combinandosi nel maggiore declive la sicurezza de' sorrenamenti, con la felicità del discarico, le opposizioni

fatte dal chiarissimo Autore lasceranno illeso il progetto vegliante.

N.° 19.

Quanto asseriscesi in questo numero, cioè che senza alcun calcolo un Canale di una sufficiente larghezza, e profondità scaricherà tutte le acque portate dalle piene del lago in un tempo sufficiente a impedire un danno considerabile, non mi pare che possa avanzarsi così agevolmente, giacchè mancando ogni calcolo, secondo l' Autore, e mancandoci pure l' esperienza, la quale non avremo se non che dopo la esecuzione del progetto, non si sa su qual base possa fondarsi *quel tempo sufficiente* per impedire i gravi danni su' terreni acquistati nel lago. Poichè in mancanza di calcoli, e di esperienze potrebbe venire taluno che dicesse che le nuove piene del lago tarderanno una diecina di giorni per avere il loro discarico nel nuovo Ozzeri. Or senza calcoli, e senza sperienze come si farebbe a convincer costui?

Il metodo da me tenuto non è un lusso matematico, come avanza l' Autore, ma bensì una precisa necessità di sapere all' incirca il tempo del discarico, e per saperlo non vi è altro metodo che calcolare un tal discarico con le ipotesi, che si dimostrano svantaggiose, quali sono quelle del Guglielmini, giacchè così ciascuno argomenterà che essendo assai moderato il tempo dedotto nelle ipotesi le più sfavorevoli, molto più diminuirà un tal tempo, secondo le leggi più verisimili, che appunto sono più favorevoli a rendere più operoso lo scolo del lago.

La stessa risposta meritano le riflessioni che si fanno sul lago di Maciuccoli, e su' Canali della marina di Viareggio.

Giacchè il chiarissimo Autore troppo mi onora rimettendo al mio giudizio prudenziale le dimensioni del Canale, che sia proprio al pronto smaltimento delle acque, mi corre l' obbligo non solamente della più viva riconoscenza, ma eziandio di rilevare che oltre a que' fatti, che in questa materia possono combinarsi, io fondo il mio giudizio non solo su' calcoli in quistione, ma eziandio su le lunghe sperienze del sig. Bossut, il quale ha fatto vedere quali siano le velocità, e i tempi dalla natura osservati quando un recipiente idraulico si va scaricando per un determinato traforo. Ma troppo lungo sarebbe il voler qui riferire le lunghissime meditazioni da me fatte per formare quel giudizio prudenziale, del quale mi fa grazia il chiarissimo Autore delle Riflessioni.

N.° 20.

Ritornasi in questo numero al medesimo dubbio di prima intorno

alla pendenza del Canale, della quale bastantemente è stato ragionato ne' numeri antecedenti. Soltanto conviene rispondere ad una esperienza citata in questo numero, cioè che l' Autore medesimo ha veduto delle acque considerabilmente torbide stabilire l'alveo sulla pendenza di due palmi per miglio. Non citandosi qual sia il fiume, o il canale, di qual genere siano le torbidezze del medesimo, quale il di lui recipiente, non vi è modo di rispondere categoricamente. Risponderò indirettamente esser possibile il caso accennato dall' Autore, ma operando sempre la natura con le medesime leggi, ed avendo io apportati più e più esempj del fiume Arno, della Brenta, della Brentella, del Canale navigabile di Grosseto, i quali esigono circa un braccio per miglio per convogliare le materie terrose, ed arenose, converrà necessariamente dedurre che il Canale accennato o abbia solamente una torbidezza di materie terrose impalpabili senza mescolamento di arene, o che abbia per recipiente un vasto lago, ovvero il mare, e che esso sia di tal grandezza, e di acque tanto perenni che siano valevoli a stabilire un alveo meno declive degli altri.

Ora nel caso nostro abbiamo un Canale piuttosto angusto in rapporto ai fiumi, o canali ben larghi. Abbiamo non solamente le materie impalpabili terrose, ma ancora delle materie arenose, che certamente scenderanno dalle altre campagne. Abbiamo finalmente allo sbocco di Balbano un ramo molto meno inclinato, che va a scaricarsi nel piccolo lago di Macinccoli. Per le quali circostanze io son portato a credere che dovrà darsi al Canale nuovo tutta quella pendenza, che si potrà, come già è stato dimostrato ne' numeri antecedenti.

N.° 21.

In questo numero si fa passaggio all' oggetto della navigazione, dicendosi che a' Canali di navigazione dovrà darsi la minima velocità, che si possa combinare con l'impedimento delle deposizioni. Essendo questo un oggetto secondario rispetto al vegliante progetto, dirò brevemente che appunto la pendenza di circa un braccio per miglio si è quella, che può dirsi compatibile con lo sgombro delle deposizioni.

Dirò inoltre che questa pendenza non è niente incomoda alla navigazione; il che asserisco sulla scorta di molte sperienze da me fatte sul fiume Arno, che sono state pubblicate nel mio tomo sulle nuove esperienze Idrauliche. Veggasi la tavola de' risultati delle sperienze fatte sulle velocità del fiume Arno sotto la foce della Gusciana, registrata alla pagina 148, al numero marginale 129. Ivi al numero V, VI, VII, VIII. si rileveranno le velocità di soldi 26, di

23. 84 centesime, di 23. 27 centesime, di 23. 00. Una tale velocità corrispondeva alla pendenza alquanto maggiore di br. $1 \frac{1}{4}$ per miglio, eppure con tal velocità, e con tal pendenza si osservano i navicelli, e le barche ordinarie, che navigano per quel fiume, andare felicemente a seconda, e contro corrente. Molto più dunque accaderà una simile felicità di navigazione nel canale del nuovo Ozzeri, il quale correrà con declive minore di br. $1 \frac{1}{4}$, e nel tempo stesso per la sua piccolezza in paragone del fiume Arno, soffrirà delle resistenze maggiori, le quali giovano per la diminuzione del movimento. Non par dunque che sussista il timore del chiarissimo Autore intorno all'incomodo della navigazione.

Molto meno pare che sussista il compenso, che egli ci suggerisce per mezzo *di una conca* (com' egli dice) *che può farsi verso lo sbocco del canale*. Se egli col vocabolo di *Conca* intenda il meccanismo del sostegno, non si sa come mai questo sostegno sia compatibile col felice discarico delle acque, ed assai meno si può comprendere come mai i bastimenti possano navigare con maggior felicità.

Se le acque del nuovo Ozzeri debbono prontamente scaricarsi, riesce indispensabile che accanto al sostegno, che è sempre chiuso, vi sia una larga Pescaia, per la quale le acque debbano traboccare nel Canale inferiore, e se tal Pescaia si concepisca, da essa ne nasceranno due dannosissimi effetti. Il primo, ch' essendo le acque sostenute da detta Pescaia all' altezza almeno di br. 3, si verrà a cadere nella diminuzione della pendenza, riducendola a 71 centesime di braccio, com' è stato dimostrato. Il secondo effetto porta gran pregiudizio a quella navigazione, che vorrebbe favorirsi con un sostegno. Poichè le barche, che scendano a seconda del canale, difficilmente si reggeranno per non essere rapite dalla violenta corrente della Pescaia, e quelle al contrario, che vorranno rimontare, arrivate che saranno poco lungi dal Sostegno soffriranno lo stesso incomodo della corrente, la quale o le strascinerà sul labbro della Pescaia, o almeno le forzerà con tal violenza, che la forza di due o tre barcaioli appena servirà per rimontare quel primo tratto di Canale fino ad un certo punto superiore, sul quale la corrente si metterà in maggior calma. Ed ecco che col mezzo proposto non solamente non si aiuta, ma piuttosto si rende incomoda, e quasi impraticabile la navigazione del nuovo Ozzeri.

So che vi sono de' Sostegni, che lateralmente soffrono un piccolo trabocco delle acque, che avanzano alle sostegnature, e ciò accade precisamente in più sostegni del Naviglio Bolognese, presso de' quali osservasi un rifiuto di fluido, che avanza al passo delle barche. Ma un tale rifiuto è così tenue, che non arreca il minimo incomodo alla navigazione, come certamente lo produrrebbe il Canale

dell' Ozzeri, che dee dare discarico non solo alle piene del lago, ma eziandio a tutte le acque della pianura contigua al Serchio tanto a destra, che a sinistra del medesimo.

N.° 22.

Il dubbio, che modestamente si promuove nel presente numero, si è intorno alla larghezza del nuovo Ozzeri, parendo che essa debba essere maggiore dove le acque sono più copiose, ed al contrario minore dov' è minore la loro portata. E quantunque l' Autore con la solita sua moderazione se ne rimetta al mio sentimento, contuttociò questo mi sembra il luogo da giustificare un apparente irregolarità nelle dimensioni del Canale. Detto canale nella sua bocca sul lago di Bientina per tutto quel tratto, che rimane aperto, si fa nella mia Relazione di larghezza nel fondo di br. 8. Quando poi dee cominciare il canale sotterraneo, allora la sua larghezza si diminuisce fino a br. 7. Il che da me è stato fatto perchè la larghezza maggiore presso l' imboccatura de' canali giova moltissimo al più pronto discarico delle acque, come ce lo persuadono le sperienze del Mariotte, del Poleni, del Michelotti, e finalmente del sig. Bossut. Tutti questi Autori idraulici per favorire il discarico delle acque da un recipiente, vi hanno adattati de' tubi *addizionali* della figura di un cono troncato, e con tal figura hanno ritrovato che il discarico riesce maggiore, che non possa ottenersi con una laminetta circolare, e con un tubo cilindrico della medesima lunghezza. Se adunque tali esperienze si adatteranno a' Canali di scolo, avremo ragione di sperarne un più pronto discarico. E benchè tutta la lunghezza del canale aperto sia stata da me prescritta di br. 8. di larghezza, contuttociò sempre ho avuto nella mente il pensiero che questa sia una larghezza media, e che in conseguenza il canale dalla sua bocca nel lago possa cominciarsi con br. 9, ed ancora più, per andarlo poi ristringendo sulla figura di un imbuto sino a ridurlo alle br. 7 in quel punto dove il Canale aperto dee trasformarsi in un condotto sotterraneo.

Oltre a questa prima ragione del più pronto discarico, un' altra ne ho meditata per una sicurezza maggiore dalle dannose deposizioni delle materie. Queste appunto incominciano poco prima del Canale sotterraneo, giacchè il Canale aperto non ha quasi altre acque, che quelle che vengono chiarificate dal supposto Laghetto. Trovandosi pertanto il Canale più augusto, esso dee aumentare la velocità media per far passare la stessa massa di fluido, che trascorre per il Canale più largo. Tale aumento porta una maggiore forza motrice: che se ad essa si unisca la maggior portata dell' acqua, allora la forza motrice godrà di un doppio incremento, il quale per mio sentimento

sarà valevole a tener bene espurgato il Canale sotterraneo, cosa certamente di somma importanza. Mi rimetto a quanto ho rappresentato su questo punto nella mia Relazione, specialmente all' Articolo VIII.

N.° 23.

Suggerisce in questo numero il chiarissimo Autore, che per comodo della navigazione fosse ben fatto di aggiungere un marciapiede da una parte, affinchè per il medesimo possano camminare i barcaioli per tirarvi comodamente l' alzaia, come si fa nel fiume Arno, ed in tanti altri Canali, e come ho veduto pur disegnato in un profilo del famoso Canale di Piccardía.

Or che tal marciapiede porti un vantaggio al più facile barcheggio non vi è chi possa negarlo. Soltanto può dubitarsi se convenga a questa particolare navigazione il soccombere ad una spesa assai considerabile per un oggetto, che non la merita.

Conviene considerare che la larghezza di tal marciapiede non vuol esser minore di braccia 1 ½; sicchè l' interna escavazione all' incirca si crescerebbe nella ragione del 7 all' 8 ½, che porta più e più migliaia di scudi, come può calcolarsi.

Riflettasi inoltre che tal marciapiede dee superare le maggiori altezze delle acque, affinchè i barcaioli vi camminino a piedi asciutti, e tale alzamento ci obbligherà pure ad alzare la volta, dovendo i navicellaj restarvi in piedi senza toccare la detta volta, e tale alzamento non sarà mai minore di braccia 2.

Finalmente vi vuole non solamente il fondamento del marciapiede, ma ancora la sua muraglia, e la sua coperta di lastrico. Valutando adunque tutti questi nuovi capi di spesa, io crederei che non servissero Scudi 30000. di più sopra il calcolo già formato. Una tale spesa va paragonata a quel comodo di più che porterebbe il marciapiede, giacchè molte navigazioni si fanno ne' fiumi, e ne' Canali senz' alcun marciapiede con l' uso de' remi, e delle stanghe.

La navigazione presente sarà certamente utile, ma non sarà mai di un oggetto così grande, che possa meritare il sacrifizio di una spesa cospicua.

Dovendo però ripigliare lo stess' oggetto della navigazione nella seconda parte della mia informazione per l' opinione affatto opposta del sig. Eustachio Zanotti, mi rimetterò in questa materia a quanto soggiungerò in risposta al sig. Eustachio.

Mi giova intanto riflettere quanto son varie le opinioni degli uomini i più illuminati. La navigazione presente è tanto apprezzata dall' Autore delle Riflessioni, che egli propone fino i mezzi più dispendiosi per facilitarla. Per l' opposto l' Autore dell' Esame la crede

tanto inutile, che totalmente l' esclude come un oggetto superfluo.

Una tale contrarietà nasce per le diverse idee che si hanno di questa navigazione, e della maniera di eseguirla. Avendola io maturamente considerata nel vero suo aspetto, mi trovo in una strada di mezzo tra due Autori discordanti, credendola di tale utilità, che vaglia la pena di considerarla, e di procurarla; credendola però nel tempo stesso di un utile così mediocre, che non meriti il sagrifizio di una somma rilevante. In una parola un Canale che serve al discarico delle acque, quando vi si frapponga impedimenti, può servire al comodo della navigazione senza spendervi uno scudo di più. Perchè adunque non combinare nella stessa spesa il vantaggio di scolare felicemente le acque con quello di navigare prosperamente sino al piccolo porto di Viareggio?

N.° 24.

La forma del canale, la pendenza delle scarpe, l' uso delle banchine, il vantaggio della mia tavola per le ricubature del terreno sono tanti articoli cortesemente approvati nel presente numero. Dal che comprendesi che non solamente la sostanza del progetto, ma eziandio moltissime particolari sue dimensioni per eseguirlo, incontrano l' approvazione del chiarissimo Autore.

N.° 25. 26.

Ma perchè oltre alla tavola io ho soggiunto un altro problema per trasformare l' area della sezione in quelle di un' altra, che abbia le scarpe naturali, e che sia uguale alla prima, avendo io sciolto un tal problema col metodo analitico, l' Autore delle Riflessioni lo scioglie con un metodo sintetico di tutta eleganza. Ciascuno ben comprenderà che la soluzione dello stesso problema ottenuta o con un metodo, o con un altro non fà alcun divario, e perciò non occorre esaminare il merito del primo metodo, o del secondo, il quale sarà trascelto da chi sarà incaricato ad eseguire e dirigere tutto il lavoro. Mi sia lecito soltanto di soggiungere che in qualunque costruzione sintetica chi opera in campagna dee applicarvi un calcolo delle ricubature. Or la soluzione analitica somministra immediatamente lo stesso calcolo.

N.° 28.

Elegante pur dee dirsi la costruzione generale dell' ovale Architettonica, che in questo numero suggerisce l' Autore, essendomi io

soltanto contentato di descrivere quella particolare costruzione, ch' è usualissima nella pratica, supponendo che l' altezza del rigoglio dell' arco ovale sia di una terza parte della corda dell' arco medesimo. Non è per questo che io non abbia sciolto il problema in tutta la sua generalità. E non solamente questo, ma con tale soluzione generale ho appresso di me un Cartone degli archi ovali, che incominciando dal rigoglio del mezzo cerchio, viene a dimostrare per como lo degli Architetti tutti, gli altri archi schiacciati sino al rigoglio di un quinto, rispetto all' ampiezza dell' arco. Per evitare un lusso matematico ho tralasciato la costruzione generale, e la costruzione del Cartone, essendo persuaso, che i rigogli minori del terzo sono molto pericolosi nelle volte sotterranee, che abbiamo per le mani.

Oltre di che non potrà mai negarsi la particolare eleganza, che porta seco il rigoglio di una terza parte della corda, poichè in questo solo caso (*tav.* 4. *fig.* 1.) il semiasse maggiore DA, ovvero DB viene tagliato in tre parti uguali da' punti N, G, ovvero dagl' altri *n*, *g*: quando in tutte le altre costruzioni le due linee NG, *ng* restano maggiori, o minori delle altre due GB, *g*A. Combinando adunque insieme la maggiore eleganza con l' uso maggiore del rigoglio dell' ovale architettonica composta di tre archi somiglianti, per tali ragioni essa costruzione è stata da me prescelta sopra tutte le altre.

N.° 31.

Avendo il chiarissimo Autore impiegati i numeri antecedenti per la dimostrazione del suo problema generale, oltrepassa in questo numero a divisarne i vantaggi. Ed il primo lo fa consistere in ordine alla navigazione; supponendo il marciapiede, e supponendo pure che le volte schiacciate, o piatte siano vantaggiose per i barcaioli, che sono destinati a tirare le barche. Essendo stato escluso un tale uso ne' numeri antecedenti, non occorre rispondere a questo primo vantaggio, che mi sembra apparente.

Il secondo vantaggio viene riposto nella circostanza, che le volte di minore sesto nel caso nostro con la loro spinta laterale non possono danneggiare i muri, che sono fiancheggiati dal terreno contiguo. Al che risponderò esser questo contro l' ipotesi, giacchè dove si fanno muri, e volte, si suppone un terreno assai fragile, che non possa da se sostenersi. E se esso è tale per supposizione non si può dire che le volte piatte non possono sfiancare.

Le dette volte esigeranno dunque una grossezza maggiore di muraglie, esigeranno una maggiore stabilità di materiali. E siccome ogni piccolo errore, che si commetta nelle volte quasi pianeggianti, le mette in pericolo, non mette conto in un lavoro così lungo, e

così vasto il fare dell' eleganze pericolose, ma conviene piuttosto assumere un rigolio sicuro, il quale sappia formarlo qualunque mediocre muratore.

Merita di essere ancora valutata una circostanza, che spesso interviene in simili volte sotterranee, cioè che supponendosi fragile il terreno superiore alla volta, esso prima di rincalzarla si stacchi piombando sulla volta medesima. Indi è che quando questa non abbia un adattato rigoglio non resisterà mai alle cadute del terreno, ed in conseguenza rovinerà per essere troppo piatta. Al contrario in altre combinazioni differenti tenderà a sfiancare il terreno laterale, ed allora si corre rischio che un arco di eccessivo rigolio, comprimendosi le due mura laterali, sia obbligato a saltare all' in su, dove la casuale resistenza del terreno non oppone alcun ostacolo.

Dovendo adunque poi temere tutti i casi fra di loro opposti, e contrarj, fa d' uopo attenerci ad un certo medio rigoglio delle volte sotterranee, il quale sufficientemente resista tanto alle pressioni superiori del terreno, quanto alle spinte laterali della terra fragile contigua alle muraglie.

N.° 32. 33. e 34.

Quanto in questi tre numeri viene descritto intorno alle tre qualità del terreno, intorno alle operazioni delle muraglie, e delle volte, intorno al dare principio dalla foce di Balbano, e finalmente intorno ad altri articoli della mia Relazione, tutto si trova uniforme al saggio parere del chiarissimo Autore, e dee far maraviglia che in un numero grandissimo di articoli disparati appartenenti parte all' idraulica, parte all' architettura, e parte alla meccanica, pochissimi ve ne siano che abbiano incontrate difficoltà, e che queste nulla percuotano la sostanza del progetto presente.

Di tal genere dee dirsi il problema da me proposto, che potendosi la materia sotterranea estrarre in due maniere, cioè prima con un viaggio orizzontale di carrette, che con la forza degli animali trasporta le materie fuori del condotto; e poi con un viaggio verticale per mezzo di pozzi escavati, per i quali le materie si estraggono con l' uso delle burbere, e della forza dell' uomo, si domanda qual sia il punto, nel quale il metodo de' viaggi orizzontali sia di uguale dispendio dell' altro metodo delle estrazioni verticali, per mezzo de' pozzi, un tale problema è necessario per la esecuzione economica, comprendendosi da ciascuno che il viaggio orizzontale può divenire così lungo, che la spesa del trasporto de' materiali riesca molto maggiore, che non sia quella di tirare su per mezzo di burbera le materie escavate per formare il condotto. Nelle ipotesi, e soluzione di

questo problema molte difficoltà rileva il chiarissimo Autore, alle quali veramente non occorrerebbe rispondere, giacchè la pratica insegna molti metodi, che a un poco per volta si vanno adattando al bisogno.

Così appunto nella mia Relazione per il traforo sotterraneo del piano del lago di Siena, tredici furono i pozzi scavati da principio per mio suggerimento; ma avendo io nel tempo stesso avvertito che detti pozzi potevano moltiplicarli quanto esigeva l' immediata esperienza, questa suggerì di raddoppiarli, avendo gl' impresarj osservato il grandissimo risparmio che facevano con l' uso de' pozzi più vicini. Lo stesso metodo io ho suggerito nella indicata Relazione generale, nella quale ho disegnati i pozzi a tal distanza, che parrebbe sempre maggiore della vera. Quando adunque l' esperienza suggerisca una maggiore vicinanza de' pozzi, saremo sempre a tempo di accrescerne il numero in proporzione del vantaggio.

N.° 35.

Incominciano in questo numero le difficoltà, che si muovono sul proposto problema, alcune delle quali veramente sono troppo minute. Tal dee dirsi quella del peso della fune, la quale nel discendere che fanno i bigonciuoli, allungandosi sempre più, fa crescere il peso. Si sa che il peso de' bigonciuoli, e quello delle materie è così grande, che in paragone del medesimo il peso della fune ne' pozzi ordinarj può trascurarsi, e ciò tanto più, quanto che tal peso dal fondo de' pozzi alla cima è sempre variabile. Inoltre questo stesso peso della fune non opera che in vigore della resistenza, e questa può valutarsi di una terza, o quarta parte del medesimo peso, e perciò tanto meno sensibile riuscirà l' effetto di detta fune.

Un' altra difficoltà si muove intorno alla parte quinta del peso per l' aiuto delle ruote, dubitandosi di tale proposizione, la quale per altro è fondata non già sul raziocinio, ma bensì su d' una lunga sperienza da me rifatta le centinaia di volte, paragonando il peso che porta una bestia da soma nel salire per una lunga strada di una data ripidezza, con quello che la stessa bestia trasporta con l' uso delle ruote, e de' carrettoni, il quale ora è quadruplo, ora è quintuplo rispetto alle pure some. Così se un cavallo da soma carica con libbre 300, un simil cavallo nelle medesime strade, e nelle medesime circostanze applicato ad un carrettone trasporterà cinque volte di più, cioè libbre 1500.

Avvertasi che salendo tanto una soma, che un carrettone per un piano elevato, la prima rappresenta una potenza, la quale agisce senz' alcun meccanismo di ruote, mentre la seconda opera con lo

stesso meccanismo. Indi è che detto meccanismo facilita il trasporto nella medesima ragione del 5 all' 1, cioè opera cinque volte di più, che non opera la forza motrice senza alcun meccanismo di ruote.

Questa esperienza fondamentale da me più e più volte ripetuta mi ha dato luogo di supporre nel problema, che i carrettoni a motivo delle ruote equivalgono ad una potenza, che alzerebbe verticalmente una sola quinta parte di peso. Avvertasi che in detta sperienza, che per brevità ho tralasciato nella Relazione, è incluso il peso del carrettone, come pure il peso del basto, delle funi, e degl' altri attrezzi di una soma, e perciò non solamente per la tenuità di dette funi in rapporto al peso totale, ma eziandio perchè tutti questi pesi secondarj restano inclusi nell'esperimento fondamentale, non occorreva farne alcuna menzione negli elementi del calcolo.

Nemmeno occorreva includervi la circostanza rilevata dall' Autore, cioè che nella estrazione verticale sempre un bigoncinolo ritorna pieno, quando i carrettoni nell' andare al discarico si portano pieni, e nel ritorno camminano a voto. Poichè trattandosi qui unicamente della potenza, e non del tempo, quella de' carrettoni godendo di un alternativo riposo, può caricarsi assai più che non farebbe senza l'alternativa, ed al contrario la potenza, destinata ad estrarre le materie de' pozzi, restando priva di qualunque riposo, o conviene raddoppiarla, o conviene adoperare (com' è consueto) l' alternativa delle mute. E perciò non è occorso far menzione di una circostanza, che considerandola con tutto il criterio non fa alcuna diversità nel problema.

La difficoltà che si muove per il peso de' bigongiuoli, e per il peso delle carrette è stata risoluta nell' avvertenza antecedente.

Tralasciando poi altri riflessi, che va facendo il chiarissimo Autore, egli ha bene avvertito che il detto problema è stato da me somministrato come un semplice saggio di una ben lunga dissertazione. In alcune materie affatto nuove, come è la presente, è sempre meglio il fissare qualche cosa, che non molto si scosti dalla verità, che il muover de' dubbj, e delle difficoltà senza risolvere. Chi dee operare in campagna ha bisogno di una scorta, la quale se non è fedelissima, conduce almeno al suo destino per una via, che non è la brevissima, ma che pure ci fa giugnere al nostro scopo. Non è così quando si sparge delle oscurità ora in un articolo ora in un altro, senza mostrare neppure uno spiraglio di luce. Poichè in tale stato di oscurità non si sa dove incamminarsi, e qualche volta, in vece di accostarsi alla meta del suo viaggio, si va camminando in parti opposte, e contrarie.

Non ostante però le difficoltà promosse contro il presente problema, quando ancora sussistessero, non per questo si rendono incerte

quelle regole generali, che alla fine del problema si descrivono nel mio Articolo X.

La prima di queste regole si è che in parità di altre cose, quanto più dure sono le materie da escavarsi ne' pozzi, tanto magiore sarà la sottoposta Orizzontale per estrarre le materie a destra, ed a sinistra.

La seconda regola si è, quanto maggiore sarà l' altezza de' pozzi in parità dell' altre circostanze, tanto più lunghe saranno le sopraddette orizzontali; ed al contrario quanto minori saranno le profondità, tanto minori saranno i due spazj sotterranei, ed in conseguenza maggiore il numero de' pozzi.

La terza regola si è: ch' essere vi dee in un punto determinabile il minimo valore della spesa di asportazione sotto un certo numero di pozzi, ed una certa altezza o costante, o variabile.

Queste, ed altre somiglianti sono quelle regole, sulle quali il chiarissimo Autore spargerebbe l' oscurità delle sue incertezze. Non è però chi non vegga che tali, ed altre regole sono sempre vere o s' includa o no il peso delle carrette, o delle funi, o si lasci o si cambi quella proporzione del 5 all' 1; poichè tali elementi cambierebbero bensì i punti rispettivi de' pozzi, e delle distanze orizzontali, muterebbero ancora i punti del minimo valore, ma tal valore sempre sussisterà. Sussisterà pure che quanto più saranno profondi i pozzi, tanto maggiori saranno quelle linee orizzontali, di cui si parla.

N.° 37.

Dileguate tutte quelle oscurità, che si sono volute spargere sul mio problema, un' altra conviene dileguarne nel numero presente, nel quale il chiarissimo Autore viene disapprovando il metodo de' cottimi per la escavazione, e per l' asportazione delle materie sotterranee. Ma mancando al medesimo il pratico esercizio de' lavori di campagna, egli ignorerà certamente che, quando trattasi di escavazioni soggette a certe determinate misure, sarebbe gravissimo errore quello di eseguirli a giornata, e senza dilungarmi in prove particolari dirò, che il medesimo lavoro fatto a giornata costa la metà di più, e molte volte il doppio di quello che si eseguisce con l' opera industriosa de' Cottimanti. Quando poi dee venirsi a somiglianti operazioni si promettono alcuni saggi eseguiti da gente fedelissima, e ben assistita da vigilanti sopraintendenti per potere da tali saggi dedurre il vero valore del cottimo, il quale somministra una regola sicura per mettere all' Incanto, o per accettare le offerte degl' Impresarj.

Un simil saggio io ho praticato più e più volte con ottimo successo; e per tacere di tanti altri casi, mi fo lecito di rammentare il

saggio da me fatto nel Rio Martino, dove il perito Bertaglia aveva proposto di rivolgere le acque delle Paludi Pontine. Egli aveva fissato nella sua perizia un certo prezzo per il ricavamento della terra dal fondo di detto Rio asportandola fuori dell' alveo. E perchè un tal prezzo a me sembrava erroneo, perciò ne feci fare più saggi in presenza dell' Eminentissimo Visitatore il Cardinale Buonaccorsi, e da tali saggi si venne in chiaro d'un errore almeno del doppio, ch' era stato commesso nella perizia Bertaglia approvata da più Professori. Questa fù una delle ragioni, per le quali fu da me rigettata la predetta linea del Rio Martino, avendo io consigliato l' Eminentissimo Visitatore, che abbandonando tal linea, dovesse formarsi un Canale, il quale passando per i maggiori fondi delle Paludi Pontine, andasse a scaricare le sue acque o alla foce di Badino, o in altra foce particolare da esaminarsi maturamente sul luogo. Siami lecito di aggiungere, che nella operazione presente, tanto glorioso al regnante Pontefice, è stato bensì seguitato il parere di scaricare le acque nel mare di Terracina, ma non già quello di passare per i maggiori fondi delle dette paludi, ch' era un articolo sostanziale per risanarle. Sicchè col metodo degli accennati saggi preventivamente formati, il lavoro dell' escavazione presente con vantaggio economico, potrà eseguirsi con la maggiore attività de' Cottimanti.

N.° 38. 39.

Al numero 38. vengono approvate tutte quelle ragioni da me esposte nell' Articolo VIII. per provare che la escavazione dell' alveo del nuovo Ozzeri non poteva sperarsi nè in tutto, nè in parte per mezzo della forza viva delle acque. Sicchè l' Autore delle Riflessioni viene ad accordare, che le acque del Lago con la caduta ch' esso hanno, sono insufficienti a corrodere il terreno, che va rimosso per la formazione dell' alveo.

Non so poi comprendere come una tale idea dell' Autore sia conciliabile con quella del numero susseguente, nel quale dice:

Credo bene, che l' acqua dovendo correre in questo Canale con una velocità considerabile, può fare un effetto cattivo corrodendo le ripe di esso, e introducendovi delle tortuosità, che sempre nascono nei Canali, ne' quali l' acqua corre con una velocità maggiore della necessaria.

Come mai potrà stare, che secondo il numero 38 l' acqua sia priva di forze per asportare la terra dell' alveo, e poi secondo il numero 39 lo stesso corpo di fluido con la stessa pendenza, con la stessa velocità di prima possa fare l' effetto cattivo di corrodere le ripe, cioè di asportare la materia delle medesime? Conviene certamente

correggere l' idea di quella celerità, che si crede maggiore della necessaria. E per correggerla rileggasi l' esperienza da me prodotta sul fiume Arno presso Pontedera, come pure quella della Brenta, e della Brentella nel territorio Padovano, secondo le quali esperienze, detti fiumi hanno delle pendenze o uguali, o maggiori alla pendenza destinata al nuovo Ozzeri, e nondimeno essi con la tanto maggiore pendenza delle acque non corrodono i loro alvei, benchè stabiliti sulle bellette, e sulle arene. Chi potrà mai concepire il confronto di tali fiumi, che il nuovo Ozzeri con pendenza minore, con portata tenuissima, rispetto a quella de' fiumi, possa esser valevole a corrodere le sue sponde escavate in una materia durissima, ed agglutinata nei profondi strati sotterranei? Un tal timore adunque non può avere altro luogo se non chè nell' immaginativa dell' Autore.

Quanto poi si aggiunge di dover arrestare l' effetto delle corrosioni, massime ove il Canale è sotterraneo, cade da se medesimo per le già addotte ragioni, e sperienze, le quali molto più stringono nel Canale sotterraneo, che viene citato. Poichè se i riferiti tre fiumi lambiscono senza offesa le loro fragilissime ripe, chi mai potrà credere che essendo il Canale sotterraneo escavato dove nel tufo, e dove nel masso, ed essendo in molti tratti fortificato con muraglie laterali parte continuate, e parte interrotte, le acque del nuovo Ozzeri possano avere facoltà di attaccarvi la minima corrosione, giacchè tutti i muramenti, e le operazioni, che sono necessarie per mantenere aperto il sotterraneo condotto, tutte saranno valevolissime per resistere, non dirò già alle acque del nuovo Canale moderate in se medesime, ed accelerate da una mediocre caduta, ma in altri Canali, la cui portata fosse più e più volte maggiore, ed avessero il loro fondo di caduta ancora doppia di quella destinata al nuovo Ozzeri.

N.° 40.

La indecisione della quale parla l' Autore, cioè se debba darsi al Canale tutta l' intera pendenza, ovvero debba essa diminuirsi di più braccia per l' uso del sostegno sulla foce di Balbano, credo che sia bastevolmente rimossa con tante prove, sperienze, e ragioni apportate per lasciare al Canale la totale sua caduta a ragione di 94 centesime per miglio, e quando essa pendenza dovesse modificarsi, io sempre crederei più opportuno di aumentarla, che di scemarla: siamo però in circostanze tali, che aumentando tal caduta con rialzare la bocca del Canale sul lago, allora il laghetto, che dovrebbe restare, sarebbe di ampiezza molto più considerabile. Un solo braccio, che si aumentasse la sopra detta altezza, sarebbe capace in un fondo quasi pianeggiante di raddoppiare il lagacciuolo.

Se poi volesse diminuirsi l' altezza della foce sotto il monte di Balbano per aumentare la pendenza totale, allora troppo si diminuirebbe la scarsissima caduta, che resterebbe alle acque, lungo i Canali della pianura di Viareggio.

N.° 41.

Approvasi in questo numero quanto è stato da me proposto nell' Articolo IX. intorno al limite del Canale aperto, ed al principio del Canale sotterraneo. Si accenna però che volendo costruire nel Canale serrato il marciapiede per tirare le barche con l' uso dell' alzaia, verrebbe ad aumentarsi il rapporto delle spese. Al che si risponde con quanto è stato suggerito al numero 23, giacchè lo sbilancio delle spese per tale marciapiede riesce affatto sproporzionato al piccolo vantaggio della navigazione, senza del quale può sussistere, come si rileva.

N.° 42. 43.

Potrei omettere di far parola di quanto rilevasi in questi due numeri, ne' quali l' Autore delle Riflessioni altro non fa che approvare il metodo de' calcoli, e la loro esattezza, rimettendosi intorno a' prezzi a quella lunga sperienza, che io ho potuto acquistare in somiglianti operazioni eseguite nel Granducato.

Non meno il detto Autore palesa il suo consentimento nella scelta della linea, e del metodo per passare sotto il fiume Serchio con Botte sotterranea.

N.° 44.

Rimettendosi pure in questo numero ai calcoli fatti dai Periti della Repubblica intorno agli acquisti de' nuovi terreni, come pure intorno al bonificamento di tanti terreni o frigidi, o soggetti a certe periodiche inondazioni, altro non fa se non che approvare pienissimamente il vegliante progetto, dicendo:

Quindi considerando l' impresa per questa parte, non posso far altro che commendarla, e consigliarla come sommamente vantaggiosa, mentre dall' altra parte la giudico non solo di esecuzione possibile, ma anche di riuscita sicura.

Quando gli Eccellentissimi signori del Consiglio altro non leggessero che questo semplice periodo di così celebre Professore, questo solo sarebbe bastantissimo alla finale risoluzione di una operazione per sì lungo tempo esaminata. E se il detto Autore ha promosso ne' numeri antecedenti delle superficiali difficoltà, questo è accaduto piuttosto per dimostrare il suo zelo, che per dubitare dell' impresa.

N.° 45. 46.

Incominciasi in questi numeri a ragionare di tre altri vantaggi, oltre all' acquisto de' terreni, il primo de' quali consiste nel troncare il corso de' nuovi danni futuri, che tendono a sempre più deteriorare lo stato della bassa pianura della Repubblica. Il secondo consiste nel miglioramento notabile della foce di Viareggio. E nel terzo più ampiamente si ragiona dell' acquisto di una nuova navigazione.

Per riguardo al primo articolo egli confessa che gli scoli delle pianure Lucchesi anderebbero sempre più deteriorando, ma un tal danno non lo crede tanto prossimo, quanto si dice. La ragione ch' egli n' apporta, si è *che per conto del Serchio, quando non si rialzi la steccaia di Ripafratta, il letto di esso non si anderà per ora rialzando sensibilmente*. Sembra che il chiarissimo Autore non abbia considerato quanto l' alveo del Serchio siasi rialzato a memoria di uomini, giacchè nelle prime visite la caduta della Pescaia era alquanto maggiore di braccia due, mentre dalle ultime misure si comprende, che la caduta si accosti a due terzi di braccio. Un tale rialzamento è seguito dal 1737 sino all' anno trascorso, cioè nel corso di anni 23. benchè si accordasse che un simile rialzamento fosse ancora la metà dell' osservato, contuttociò esso non può dirsi insensibile, se si paragoni al corso di un secolo. E quantunque un tale rialzamento sia inferiore a detta Pescaia, esso nondimeno influisce tanto nell' altezza delle piene, quanto nella linea dell' alveo. Il che non si potrà mai negare sol che si rifletta che quanto è maggiore la caduta di una Pescaia, altrettanto si aumenta la velocità, con la quale le piene si discaricano dal labbro della medesima al fondo inferiore del fiume. Ora una tale celerità propagasi ne' punti superiori de' fiumi, e perciò le piene di detti punti camminando con celerità maggiori, non solamente dovranno abbassare la loro superficie, ma dovranno inoltre aumentare le loro forze escavatrici, per tenere più basso l' alveo de' detti fiumi. Ed al contrario quando la caduta delle Pescaie rendesi al decorrere degli anni successivamente minore, minore pure sarà la celerità del discarico, maggiore l' altezza delle piene superiori alle Pescaie, minori le forze vive dell' acque per rimuovere le grosse materie degli alvei. Le piene dunque del Serchio superiori alla Pescaia col diminuire sempre più la caduta della medesima, si renderanno sempre più alte, e minacciose. Il suo alveo con lo snervamento delle forze vive del Serchio, dovrà restare semprepiù intassato, ed elevato, che prima non era, ed in conseguenza la foce del presente Ozzeri, quella del Rio della Contesora, quella di Castiglioncello dovranno semprepiù rendersi inoperose, ed infelici.

Con tal ragione, che mi sembra evidente, viene comprovato, che

non solamente l' alzamento della Pescaia, ma ancora la diminuzione della sua caduta rispetto all'alveo inferiore influisca non già lentamente, ma con effetto assai pronto, e sensibile al rialzamento delle piene, e dell'alveo del ramo superiore del Serchio. Vero è, che la celerità di un tal effetto pernicioso, non può dall'arte pronosticarsi con la maggiore precisione, ma egli è altresì innegabile, che un tal effetto sussiste, che non è di una eccessiva lentezza, e che per riparare ai mali, è stato sempre perniciosissimo consiglio quello di aspettare i loro estremi periodi. Credo che non vi sia neppure uno de' savissimi Consiglieri della Repubblica, il quale vedendo che il suo palazzo dalla cima al fondo, vada aprendosi con uno squarcio, che va sempre crescendo, non pensi seriamente a rimediarvi con nuovi, e dispendiosi fondamenti per la lusinga, che la rovina del palazzo non sia tanto prossima, quanto si crede.

N.° 47.

Della medesima idea mostrasi l' Autore relativamente al fiume Arno, il cui rialzamento egli non apprende tanto grande, quanto è in realtà. E rammentando io in questo luogo quanto ho rilevato intorno al rialzamento della soglia delle cateratte di Riparatto, accaduto nello spazio di due secoli, rammentando pure che l'argine grosso del lago di Bientina non esisteva sul principio del secolo passato, e che si rese necessario per salvare le sottoposte pianure dell' escrescenze del Lago, le quali cose sono dell' ultima certezza, non tralascerò di esporre il fatto a tutti visibile delle spallette del Lungarno di Pisa, le quali dentro il corso di anni 30 sono state rialzate per ben due volte ad un' altezza maggiore di un mezzo braccio (1), la quale, se non m' inganno, è di $\frac{3}{4}$ di braccio Fiorentino, e con tutto questo rialzamento seguitano le piene a minacciare la città con un dannosissimo trabocco. Essendo tali fatti così pubblici, e notorj, ed essendo cosa evidente, che il rialzamento dell'alveo di un fiume ne' punti inferiori, dee propagarsi superiormente a distanze considerabili, non potrà mai negarsi, che lo scolo del lago di Sesto, ed in conseguenza *lo* scolo del Rogio, della Fossa Nuova, e degli altri Canali presso alla gronda, vada diventando sempre più infelice con deterioramento delle campagne non tanto lento, quanto lo rappresenta l' Autore delle Riflessioni.

Le pescaie, ed altri impedimenti collocati a traverso al fiume

(1) In realtà i rialzamenti sono stati fatti in diversi punti dall' anno 1756 in qua, e sono stati dove di mezzo braccio, dove di tre quarti, e dove di braccia uno, secondo l' esigenza delle antiche spallette.

Arno non cadono nel basso ramo del medesimo, ma incominciano dal Callone di Castel Franco, che troppo è superiore al Canale della Serezza. Le altre cagioni, che tendono al nocivo rialzamento dell'alveo, sono:

Primieramente il sensibile allungamento della foce dell'Arno.

In secondo luogo la copia maggiore delle materie, che in giù scendono ne' fiumi per le male intese, e troppo eccessive coltivazioni de' monti.

In terzo luogo per la notabile progressione delle più grosse materie, che scorrono nell'alveo del fiume Arno, giacchè si sa per certi documenti, e memorie, che il termine delle ghiaie, un mezzo secolo fa, non oltrepassava la foce di Gonfolina, quando presentemente detto termine è in giù disceso almeno per sei miglia di più. Onde essendo pure avanzata la progressione delle più grosse arene, delle mezzane, e delle minime, i diversi rispettivi tronchi del fiume dovranno sostenersi con pendenze sempre maggiori, e tali pendenze tendono ad elevare sempre più le foci degli scoli laterali. Questo fatto è indubitato, e perciò mi sembra ancora indubitata la notabile progressione de' danni, che può fondatamente temersi nel basso territorio della Repubblica. Se il chiarissimo Autore apprende assai lenta una tale progressione, ciò succede perchè alla distanza così grande, come la città di Parigi, non possono giungere tanti fatti così ben verificati sul rialzamento de' due fiumi Arno, e Serchio.

N.° 48.

In questo numero si rilevano i vantaggi del Porticciolo di Viareggio, benchè ripetasi la incertezza de' calcoli, co' quali si è preteso di dimostrare il piccolo, ed insensibile aumento delle acque nuove ne' canali della pianura presso le nuove coltivazioni di Viareggio; benchè l'Autore sia persuaso non esservi alcun metodo analitico per determinare i rialzamenti per la unione delle acque nuove, contuttociò egli asserisce, che i *canali che condurranno queste acque nuove alla foce di Viareggio ben curati non eleveranno che pochissimo la loro superficie, impedendosi una considerabile elevazione dalla velocità delle acque accresciute.*

Quanto è consolante una tal sua opinione per i possessori della pianura di Viareggio, altrettanto spero che sarà aumentata la loro sicurezza, quando nella seconda parte di questa informazione con metodi ben fondati sull'esperienza, io farò toccare loro con mano quanto siano tenui le nuove escrescenze, che si temono per la unione delle acque del nuovo Ozzeri.

N.° 46.

Si accorda il chiarissimo Autore nel mio sentimento, che le materie del fiume di Camaiore non possano danneggiare il piccolo Porto di Viareggio, e che i sorrenamenti, e gli scanni, che si osservano sulla bocca del medesimo, non da altra ragione possano provenire, se non che dalle piene del fiume Serchio, le cui materie sono trasportate dalle tempeste di mare rasente alla spiaggia. E siccome tali tempeste vengono da' venti meridionali, come pure dai furiosissimi Libecci, è assai naturale a pensare, che tutte quelle masse di arena, e di terra, che il Serchio incalza, ed ammassa dentro del mare a considerabile distanza, siano sconvolte, e poi trasportate verso il lido, come realmente succede. La spiaggia del mare tra la bocca del Serchio, e i Moli di Viareggio è tutta di quel genere, che con vocabolo di marina dicesi *sottile*, e tali spiagge appunto sono generate dalle materie torbide scaricate da' fiumi, combinate co' venti burrascosi, che le vanno distendendo con somma regola su' lidi, che ordinariamente sono curvilinei.

N.° 50.

Fissato un tal principio sulle vere cagioni de' sorrenamenti del Porto di Viareggio, ne sarebbe sicuramente avvenuto che quando fosse stato eseguito quel Cappello proposto dal Zendrini, esso insieme co' Moli in pochi anni sarebbe stato sorrenato, serrando affatto il detto Porto, giacchè quel Cappello non avrebbe impedito nè il discarico delle torbide del Serchio in mare, nè il trasporto delle materie per la violenza delle tempeste. Sicchè sarebbe cresciuta la spiaggia nè più nè meno con un moto progressivo di braccia 5 per ciascun anno, e così secondo il calcolo del sig. Tommaso Narducci in un corto periodo di anni la spiaggia, i Moli, ed il Cappello si sarebbero insieme confusi formando un littorale. Leggo con molto piacere che il chiarissimo Autore perfettamente concorre in tal mio sentimento, e perciò di questo non vi resterà il menomo dubbio.

Incomincia poi lo stesso Autore in questo numero a descrivere alcuni Pennelli, che si formano dai Periti Veneziani lungo il lido del mare dov' esso si accosta alla Veneta Laguna, i quali Pennelli diconsi *Guardiani*, il cui effetto in quella spiaggia si è di rattenere le sabbie del littorale, affinchè non vengano innanzi per danneggiare le diverse bocche della Laguna, e la Laguna medesima. Nelle combinazioni di quella Veneta spiaggia, se non in tutto almeno in parte ottiensi l' effetto desiderato. Ma dovendo io di ciò ragionare ne' numeri susseguenti, in essi dimostrerò che un tal effetto non è generale,

ma dipende soltanto da certe combinazioni di fiumi, di venti, e di spiagge, che vanno variando da un luogo all' altro.

N.° 51. 52.

Ragionasi in questi numeri della corrente generale del Mediterraneo e poi nel numero seguente di una operazione fatta dal chiarissimo Autore in un piccolo Porto del territorio di Fano, nel quale con un Guardiano, o Pennello perpendicolare alla spiaggia troncò la strada alle materie ancora grosse, che venivano da un fiumicello vicino. Intorno al primo articolo dirò, che secondo molte osservazioni fatte e ripetute sulla spiaggia di Viareggio, una tal corrente non pare, che sussista forse perchè ivi il mare forma un seno dove non può arrivare la corrente, la quale si dirige verso lo stretto di Gibilterra, secondo la opinione del celebre Autore.

Sul Guardiano del Porto di Fano sono persuaso della di lui utilità quando fosse stato formato, e mantenuto a dovere. Si sente però da' viaggiatori, che oltre quel lavoro ne sono stati fatti degli altri, che non hanno molto giovato all' intento.

N.° 53.

Ed in fatti confessa il chiarissimo Autore che quel Guardiano da lui ordinato, fu formato troppo vicino alla foce, e così non farebbe maraviglia se le materie del prossimo fiume in parte si siano arrestate, ed in parte siano sdrucciolate nel Porto contiguo.

N.° 54.

Passa qui l' Illustre Autore a proporre un simile Guardiano alla distanza di circa un mezzo miglio dalla foce di Viareggio, *il quale sia collocato in forma di un Molo perpendicolare alla spiaggia*, e che sia avanzato in mare di alquante pertiche (senza individuarne la misura) supponendo ch' esso sia valevole ad arrestare le materie del Serchio strascinate dalle correnti. Si persuade egli che un tal Molo riuscirebbe sì vantaggioso, che la bocca del Canale, ed il tratto contiguo si troverebbero stabilmente liberi dagli arresti con un fondo sufficiente stabilito, senza che la spiaggia medesima ivi possa avanzarsi. A ben comprendere gli effetti di somigliante Pennello converrà attentamente distinguere gli scanni da me delineati sino a notabile distanza dalla bocca del Porticciolo da quei sorrenamenti de' due Moli destro, e sinistro, i quali crescono col crescere della spiaggia.

Ragionando de' primi ciascuno comprenderà, che un Molo lontano

circa un mezzo miglio, il quale può avanzarsi verso il mare una quarantina di braccia non possa mai agire per impedire gli scanni del porto, che si avanzano sino a braccia 200, ed ancora di più. La direzione de' venti, che sconvolgono, e trasportano le sabbie del Serchio, non sono parallele alla spiaggia, ma formano con essa un angolo considerabile, in modo tale che tirando una linea dalla punta del Guardiano, secondo la direzione delle burrasche dominatrici, una tal linea viene ad internarsi nel Canale del Porto, ed in conseguenza il Guardiano non può operare secondo la sua lunghezza, ma lascia affatto scoperta alla direzione delle burrasche la spiaggia contigua, ed il Porto medesimo, e perciò non mi parrebbe assai utile un tale Guardiano all'ideata distanza di un mezzo miglio.

Questa stessa riflessione prova, che non solamente gli scanni lontani, ma eziandio la prossima spiaggia, ed il piccolo Porto non possono restare soggetti, almeno sensibilmente, all'azione del pennello ideato.

Non dee neppure ommettersi che detto pennello molto contribuirebbe all'aumento della spiaggia in tutto quel tratto, che corre tra la foce del Serchio, e lo stesso pennello, giacchè somiglianti ostacoli troncando il moto progressivo dell'onde, e delle arene in un senso parallelo alla spiaggia, vengono a formare più facilmente gli arresti, per mezzo de' quali la spiaggia crescerebbe con prontezza maggiore, che non accaderebbe senza l'ostacolo. Che se presso il Porto di Viareggio, la spiaggia va crescendo a ragione di braccia 5 per anno, potremo ben pronosticare che dietro all'ideato Guardiano per la maggior vicinanza del Serchio, e per la naturale azione dell'ostacolo, la spiaggia si avanzerebbe almeno a ragione di braccia 7 per ciascun anno, e perciò in poco meno di anni 6 la spiaggia giugnerebbe alla testata del pennello ideato. Ed in tale circostanza possiamo aspettarci, che non operando più il detto pennello, per essere unito a tutta la spiaggia, le materie forse più di prima incomincieranno a trascorrere per quel mezzo miglio di spiaggia sino al Porto, cagionando i medesimi danni di prima, se non anche maggiori. E perciò un tal sollievo sarebbe momentaneo, e ci obbligherebbe ogni cinque, o sei anni ad avanzare un secondo Guardiano, e poi il terzo, e poi degli altri indefinitamente con una spesa riguardevole, e con un vantaggio troppo minore alla medesima.

Gli avanzamenti delle due palizzate, che si fanno annualmente a Fiumicino per mantenere la navigazione del Tevere verso la città di Roma, sono dispendiosissimi, essendo io stato assicurato dal capo maestro Cecchi, che era di ciò incaricato dalla Rev. Camera, che conveniva spendervi un anno per l'altro scudi ventimila per andare sempre a trovare il maggior fondo del mare, la quale spesa essendo

necessaria per l'importante navigazione del Tevere, conveniva soffrirla. Benchè l'importare di un pennello in mare, composto di profonde palizzate, di catene, di traversoni, di staffoni di ferro ec. non possa paragonarsi alle due palizzate di Fiumicino, pure nondimeno dovendo tal Guardiano resistere alla violenza delle burrasche, esigerebbe una solidità molto dispendiosa. Senza munire di scogliera la sua testata, le burrasche del mare lo danneggerebbero, e forse lo distruggerebbero il primo anno, avendo io sperimentato in più lavori di mare che un ostacolo verticale, come sono le palizzate, non regge mai agl' urti delle tempeste, se non è all' intorno fodrato di una scogliera formata a scarpa di grossissimi massi, ciascuno de' quali sia all' incirca libbre ventimila. Se si cominci a calcolare la presente operazione difesa in tal modo a scogliera, essa forse costerebbe assai più che non vagliono gli avanzamenti de' moli di Viareggio.

N.° 55. 56.

È stato già risposto nell' antecedente numero a quanto qui si suggerisce intorno alle palizzate del Tevere a Fiumicino, e soltanto si aggiunge per il numero 56, che quando si dovessero formare non uno, ma due Guardiani, e più, il dispendio aumenterebbe notabilmente, sempre però l' effetto sarà molto breve, sempre il vantaggio del porticciolo di Viareggio sarebbe insensibile.

Opportuno sarà questo luogo per accennare una mia semplice opinione intorno a' Moli che si avanzano al detto porto, la quale opinione mi è sfuggita nella mia Relazione. Se adunque, com' è stato già dimostrato, qualunque sorta di ostacolo avanzato dentro il mare facilita gli arresti sulle spiaggie, e perciò favorisce il moto progressivo delle spiagge medesime, ne viene da ciò in conseguenza che i moli, che vanno avanzandosi, essendo ancor essi della natura di qualunque ostacolo, dovranno essi contribuire al più celere avanzamento della spiaggia, e perciò non conviene molto affrettarsi a fabbricare troppo addentro del mare i detti Moli, se non quando già la spiaggia restasse vicina alla loro testata. Ed in questo caso ancora non verrebbe attentamente conservare il vero avanzamento della detta spiaggia, potendo fondatamente temersi che la celerità del moto del littorale sia cagionata dall' eccessivo avanzamento de' Moli. Non vi è diligenza che non vada usata per paragonare il progresso della spiaggia con lo sporgere che fanno i Moli più addentro del mare.

Tralascio per brevità molte proprietà de' Guardiani, o pennelli di mare, i quali in qualche circostanza fanno l' effetto di arrestare le sabbie, ed in altra sono privi del medesimo effetto, operando al contrario, cioè col favorire gli arresti nelle parti inferiori, e non già

nelle superiori. Questa materia è così inviluppata fra le circostanze de' venti, de' fiumi, delle spiaggie laterali, delle incurvature del lido ora maggiori, ed ora minori, che lunghissima opera sarebbe quella di sviluppare dette circostanze, e le loro conseguenze. Parrebbe però che quanto è stato ragionato potesse servire per le circostanze locali della foce di Viareggio, e per la operazione proposta.

N.° 57. 58.

Si fa passaggio in questo numero al vantaggio della navigazione; il quale dicesi: *Un vantaggio sicuramente prezioso, massime dovendosi perdere l'altra navigazione veramente poco felice, e incomoda, e soggetta alla giurisdizione della Toscana, ma pure navigazione attualmente esistente per la Serezza*. Non lascia però il chiarissimo Autore di riflettere, che lasciando da parte questo vantaggio (che or ora ha chiamato prezioso) *contentandosi solamente dello scolo, la spesa si diminuirebbe moltissimo*, sul quale proposito soggiunge al num. 58: *che per avere un puro scolo basterebbe un Canale molto più ristretto, di quello che qui si propone*.

In questo luogo veramente si fa desiderare qualche sorta di prova di quanto si asserisce. Si fa desiderare una misura determinata di quella larghezza minore, che si proporrebbe. Mancando l'uno, e l'altro, il di lui sentimento sarà sempre vacillante, e dubbioso. Se la navigazione è *preziosa*, pensiamo adunque a combinarla nella composizione del progetto. Il mio fermissimo parere si è

1.° Che la navigazione va sempre procurata per le molte ragioni, che ne addurrò nella seconda informazione.

2.° Che tale navigazione va adattata, e proporzionata alle nostre circostanze locali.

3.° Che con detta navigazione dee aversi in mira il felice discarico dell'acque del Lago, e de' piani della Repubblica.

4.° Che per ottenere un tale discarico, parrebbe proporzionata la larghezza di braccia 7 nel condotto sotterraneo, e quella di braccia 8 nel Canale aperto.

5.° Che questa larghezza adattata allo scolo si trova pure proporzionata a quella navigazione, che può introdursi.

6.° E che perciò la navigazione possa ottenersi senza spendere uno scudo di più di quello che dovrà erogarsi per la facilità del discarico. Tali mie proposizioni parte sono state provate nei numeri antecedenti, e parte si conformeranno sull' articolo della stessa navigazione, secondo l'opinione del chiarissimo signor Zanotti.

N.° 59.

Terminate le riflessioni intorno allo stato fisico del progetto, si passa ad alcune particolari considerazioni. La prima delle quali consiste sulle acque del Granducato, le quali si farebbero scolare nel Lagacciuolo, e da questo nel nuovo Ozzeri. Al che rispondesi, che potendo il medesimo Canale smaltire non solo le acque del territorio Lucchese, ma eziandío le altre che scorrono dall' adiacente pianura del Granducato, purchè si prepari un Canale di giusta larghezza, e non si restringa come l' Autore ha accennato, sarà questo per la Repubblica un nuovo vantaggio. E ciò non solamente perchè la giustizia esige che chi risente il benfizio dello scolo, risenta pure il peso del dispendio proporzionato allo stesso benefizio, ma eziandio perchè giungendo più copiose le acque chiare alla foce di Viareggio la terranno certamente più escavata di prima, e forse risparmieranno la spesa di un così frequente avanzamento de' Moli. Quella speranza che accenna l' Autore di scolare le acque del Lago, e sue adiacenze per altra via, è una speranza affatto vana, e se tale non fosse, niuno mai si sarebbe sognato di avanzare il progetto del nuovo Ozzeri.

N.° 60.

Io penso che per la vaghezza di erudizione, il chiarissimo Autore vada dipingendo, che per la parte di Arno si possano rimuovere molti ostacoli per via di rettificazioni del suo letto, operazione affatto ineseguibile, alla quale la Toscana non penserà giammai.

Ineseguibile ed affatto vano è il pensiero di far passare le acque del Lago, e della pianura Toscana sotto il fiume Arno, per passarle nella Fossa Chiara, giacchè essendo stata proposta tale operazione fino dal 1740, n' è stata più e più volte dimostrata l' insussitenza.

Non meno, anzi assai più ideale sarebbe il pensiero che si aggiunge di traforare il monte di Vico Pisano per tramandare tutte queste acque verso la parte destra del fiume Arno. Che tali operazioni, e speranze siano affatto vane ingenuamente lo confessa lo stesso Autore delle Riflessioni, terminando il presente numero con queste chiarissime espressioni: *ma io non ho alcuna speranza che possa pensarvisi seriamente*.

Se adunque ogni speranza manca, i progetti accennati restano tutti inutili, e giovano solo per un ornamento delle Riflessioni.

N.° 61. 62.

Per dare alla Repubblica un attestato ch' egli ha pensato a tutti li

accidenti possibili, vi aggiunge il chiarissimo Autore quello del Terremoto. Vero è che egli risponde a se medesimo, dicendo nel secondo numero: *che se per un simile timore si dovessero abbandonare le grandi imprese, si sarebbero in tanti Stati perduti, i grandi vantaggi, che si sono ricavati da operazioni simili a questa, e da altre moltissime*. E dice benissimo perchè se si fosse dato retta ai timori del Terremoto non vi sarebbe la città di Lucca, giacchè tutte le sue muraglie, e tutti i suoi palazzi sarebbero molto più esposti alle rovine di un simile flagello, che non è un condotto sotterraneo bene assicurato, il quale altro fare non può che tremare con la terra contigua, ma la sua rovina, quando ancora le scosse fossero assai grandi, riesce assai più rinomata, che quella degli elevati edifizi della città.

Quanto poi soggiungesi in questo numero, cioè di lasciare sussistere il Canale della Serezza per calmare ogni timore possibile, non ha bisogno di alcun provvedimento, restando sempre un tal Canale dispensabile per lo scolo dell' acque delle due comunità di Buti, e di Vico Pisano.

N.° 63.

L' ultima considerazione che soggiunge lo stesso Autore, cioè di far contribuire alla spesa il Granducato di Toscana è giustissima, e già è stata da me accennata al numero 59. Essendo questo un articolo assistito dalla giustizia della causa, non può incontrarsi un tempo più favorevole del presente, nel quale regna un Sovrano il più sensibile di quanti altri mai intorno alle massime della più gelosa, e rigorosa giustizia.

Mi trovo così di avere soddisfatto a' doveri di questa mia prima informazione, la quale in sostanza ha dimostrato una pienissima approvazione del chiarissimo sig. abate Boscovich intorno a' punti sostanziali della mia Relazione, e non meno il di lui consentimento intorno agli articoli secondarj, e quasi accidentali della stessa Relazione.

Che se egli ha promosso alcune particolari difficoltà, che non colpiscono la sostanza dell' operazione, qualcuna di queste è stata promossa per mancanza di notizie locali; qualche altra per un puro zelo di non tacere nulla, e di ventilare tutti gli accidenti possibili.

In qualche altra poi l' Autore risponde a se medesimo, e perciò toglie con la sua risposta qualunque impressione sinistra, che possa generarsi nelle persone di minore criterio, che non esaminano il valore del totale, ma che si attaccano a certe minuzie disprezzabili in una sì grandiosa operazione.

PARTE SECONDA

Intorno all' Esame del Progetto del nuovo Ozzeri, formato dal chiarissimo signor Eustachio Zanotti.

N.° 1.

Il chiarissimo sig. Eustachio Zanotti professore assai noto dell' Istituto di Bologna, e direttore delle grandi operazioni, che si vanno facendo nelle valli Bolognesi, è stato incaricato dalla Repubblica, non solamente a discutere con ogni maturità la mia Relazione Generale intorno al nuovo Ozzeri, ma eziandio per bene assicurare una tale discussione è stato provvidamente chiamato a visitare tutti i punti in quistione, osservare le circostanze del Lago, e poi da esso precorrere tutta la linea ideata dal Lago sino al fiume Serchio, da questo sino alla foce di Balbano, e finalmente da detta foce sino al piccolo Porto di Viareggio, per la qual cosa il di lui voto non solamente è fondato sulle teorie, ch' egli perfettamente possiede, ma eziandio sulla locale ispezione, su saggi esperimenti da esso fatti, sull' esame dell' altra linea da me proposta nel 1761, e finalmente sulle più mature considerazioni, e visite de' Canali di Marina, e della foce di Viareggio. Col corredo delle teorie, e delle visite egli ha partecipata alla Repubblica una sua Scrittura, intitolata: *Esame del progetto del nuovo Ozzeri*, e tal Esame per mezzo de' signori Deputati è stato a me trasmesso per ordine dell' Eccellentissimo Consiglio, affinchè io ripigliando di bel nuovo questa tela da me ordita fino dal 1778, e paragonandola ora co' nuovi lumi somministrati dal chiarissimo Autore dell' Esame, possa dedurre le ultime conseguenze di questo affare vegliante, descrivendole in una mia particolare Informazione.

Alla quale dando principio farò rilevare, che la sostanza di questo Esame viene racchiusa in poche parole del di lui esordio, nel quale egli ragionando della mia Relazione, di essa parla così:

Veramente la Relazione del sig. abate Ximenes dà la più giusta, e compita idea che mai si possa desiderare di un tale progetto. Esamina egli con tale e tanta accuratezza le operazioni tutte da eseguirsi, e si ne dimostra gli effetti, che sembra tolto a chicchessia il luogo di fare nuove riflessioni, e di farle utilmente ec.

Che se egli in qualche Articolo muove qualche difficoltà, questa è ben lontana da qualunque dubbio del nuovo Progetto, e soltanto si aggira su qualche Articolo, che può dirsi sempre secondario, per mettere in maggior lume non già la utilità, non già l' eseguibilità, non già la certezza della presente operazione, ma soltanto le circostanze della medesima. Io spero che tali circostanze resteranno assai

più certe, e più dimostrate che non ho potuto fare nella mia Relazione, come si riconoscerà negli Articoli seguenti. Ed affinchè ciascuno possa formare l' immediato paragone delle savie considerazioni del sig. Eustachio con le mie risposte, mi è convenuto aggiungere alla Scrittura del chiarissimo Autore de' numeri marginali, che saranno da me citati in questa risposta.

N.° 2.

Incomincia egli a rammentare i continui avanzamenti degli alvei de' fiumi torbidi, che scaricano le loro acque nel mare, e che in esso vanno formando i loro alvei in mezzo alle loro alluvioni. Oltre agli esempj, ch' egli ne adduce, potrebbe aggiungersi il famoso Delta del vastissimo Egitto, il quale dai Greci era nominato *Dono degli Iddii*, perchè un tal vastissimo terreno pareva donato agli uomini da quelle Divinità, che si facevano presiedere a' fiumi, e specialmente al famosissimo Nilo, che aveva formata quella provincia con le sue materie.

Si applica subito un tale avanzamento de' lidi alla spiaggia di Viareggio, la quale va crescendo quattro in cinque braccia per anno, come lo dimostrano l' esperienze, ed osservazioni fatte in detto luogo.

Quanto è certo un tale avanzamento di spiaggia nella prossimità de' fiumi torbidi, altrettanto è dubbioso il loro limite, il quale dipende dalla maggiore o minor copia delle materie depositate da' fiumi torbidi, dalle diverse traversie del mare, e de' venti, e finalmente dalle diverse figure delle spiaggie contigue. Essendo io stato sempre curioso d' indagare un tal limite, più e più osservazioni ho fatte sull' aumento della spiaggia attaccata al fiume Ombrone della Maremma Sanese. Non vi è forse fiume più torbido di questo come per esperienza ho provato paragonandolo all' Arno, ed al Serchio. Il limite delle sue deposizioni non oltrepassa le miglia 13, giacchè tutta quella spiaggia finisce assai prossimamente alle rupi, sopra delle quali risiede il castello di Castiglione. Queste rupi non sono lontane dalla spiaggia, considerandole alle loro falde, se non che braccia 200. Sicchè esistendo dette rupi da migliaia di anni in qua, in detti anni l' aumento della spiaggia non è che braccia 200, le quali riportate per un gran numero di secoli antecedenti, che non sappiamo quanti siano, riescono affatto insensibili. Da tal ramo costante di questa curva, inoltrandosi verso il fiume Ombrone, gli avanzamenti della spiaggia vanno sempre crescendo, e ciò in modo tale, che alla distanza di circa miglia 2 dal detto punto costante, appena cresce la spiaggia uno o due soldi per ciascun anno, come io ho rilevato da

alcuni Capisaldi della fabbrica detta delle Marze. Accostandosi poi maggiormente alla foce dell' Ombrone gli avanzamenti alla distanza di due o tre miglia sono maggiori di braccia 6, come si è riscontrato dal Canale delle antiche Saline, che conveniva prolungare di sei in sette braccia per ciascun anno, per ricevere le acque del mare nei Lagacci di dette saline.

La distanza del Serchio dal Porto di Viareggio, secondo le piante, è di miglia $5\frac{1}{3}$, e perciò a me fa maraviglia, che l' avanzamento della spiaggia sia così celere, come le osservazioni ce lo assicurano. E non sono lontano dal credere, come ho già accennato nella mia prima Informazione, che l' avanzamento de' Moli contribuisca notabilmente al moto progressivo delle sue spiagge adiacenti.

Ottimamente si attribuisce la successiva infelicità degli scoli alla seconda cagione del continuo rialzamento della superficie del mare, che somministra un recipiente successivamente più elevato allo sbocco de' fiumi. Oltre a quanto ha scritto sopra tale articolo il sig. Eustachio Manfredi, nuove e più convenienti osservazioni ne abbiamo nella superficie della Laguna di Venezia, la quale comunicando col mare Adriatico per più bocche della medesima, ci dà un sicuro indizio intorno ai differenti livelli del mare medesimo. Si mostrano in Venezia a tutti i forestieri i vestibuli di alcune case antichissime, i quali nel giorno d' oggi sono ordinariamente inondati, e così certamente non potevano essere più centinaia di anni prima, quando dette case furono costruite dagli eccellenti Architetti, che sempre ha avuti la città di Venezia. Un tale argomento è stato eccellentemente trattato in un suo Opuscolo dal sig. Tommaso Temanza, il più erudito, e profondo architetto che abbia presentemente quella Repubblica. Io mi ricordo di aver letto in quell' Opuscolo le osservazioni fatte dal medesimo di un antichissimo Romano Edifizio, e di una strada inseliciata dagl' antichi Romani, il cui livello presentemente ritrovasi circa piedi 4. sotto il livello della presente Laguna.

Se poi il rialzamento del Mediterraneo sia di once tre, o più, io non ardirei di assicurarlo per la incertezza in cui siamo delle misure comparative, e de' tempi degli antichi Capisaldi. Per esempio noi non sappiamo a qual secolo appartenga quella fabbrica e strada inseliciata, che somministra il maggior fondamento per determinare il rialzamento secolare.

Che poi un tale rialzamento non sia generale, anzi che nei mari Settentrionali piuttosto il livello del mare vada abbassandosi, ci viene comprovato da più e più combinazioni, alcune delle quali sono assai convincenti, come sarebbono quelle fatte nel mar Baltico, nel quale appariscono alcune Isole, ch' erano prima ricoperte dall' acque, ed altre riprove, che potremo leggere in una eccellente Memoria

pubblicata negli atti dell' Accademia di Stocholm dal famoso Celsius l' anno 1743, che per lo sbassamento de' mari, che costeggiano la Svezia, apporta de' fatti incontrastabili. Siegue la di lui opinione il celebre Naturalista Linnaeus. La siegue pure il Browallius in diverse Memorie della medesima Accademia; e tra questi illustri scrittori nulla si dubita del fatto, ma solamente si discorda in un Articolo particolare, cioè se la diminuzione del mare accada per una consumazione lentissima delle sue acque, ovvero per un movimento respettivo.

Checchè ne sia di tali opinioni, il certo si è che la superficie del Mediterraneo va sempre crescendo; e se il mare Baltico diminuisce, ciò proverrebbe essere vera la opinione del Browallius, che la superficie de' mari si trasporta da un luogo all' altro, qualunque sia la ragione.

Oltre alle due naturali cagioni della maggiore infelicità degli scoli, col volgere degli anni due altre ne sono state additate nella prima parte della mia Informazione al numero 47. La prima delle quali consiste in un più celere rialzamento del letto del fiume Arno per le nuove, ed importune coltivazioni, e per il taglio di moltissime boscaglie situate sulle schiene de' monti della Toscana, le quali coltivazioni, e tagli somministrano alle ripienezze de' fiumi le più copiose, ed abbondanti materie, che le loro piene, che sono di pochissima durata, non possono all' ingiù strascinare sino al mare. E con questa terza cagione viene congiunta la quarta da me pure accennata, cioè che il limite delle grosse ghiaie, quello delle minute, quello delle sabbie più granite, e finalmente quello delle arene minute si va sempre avanzando ne' rami inferiori del fiume Arno con danno sempre maggiore degli scoli della campagna.

L' ultima considerazione proposta dal chiarissimo Autore nel presente Articolo, aggirasi intorno alla diminuzione della superficie del lago, per le materie depositate sulle sue antiche gronde, ed in conseguenza della maggiore elevazione, di detta minore superficie a danno di tutti gl' influenti Lucchesi, che scolano in detto Lago. Sulla quale considerazione rilevo esservi due cagioni affatto opposte, e contrarie. La prima delle quali consiste nella deposizione di tante materie scaricate nel Lago dagl' influenti del territorio Lucchese, cioè dalle Visone, dalla Fossa Nuova, dal Leccio ec. come pure dagli influenti della gronda Granducale, i quali benchè minori de' primi, pur nondimeno non lasciano di strascinare ancor essi le loro materie; E non può mai negarsi che questa prima cagione tenda ad elevare le gronde collocandole sopra il livello del Lago. A questa prima cagione si oppone però la seconda de' continui, e non insensibili rialzamenti del fondo, e delle acque del fiume Arno, il quale essendo

l'unico recipiente di dette acque palustri, tende sempre ad elevarne la superficie, e tale elevazione tende alle maggiori espansioni del Lago. Or quale di queste due naturali cagioni debba essere prevalente all'altra, io veramente non saprei dirlo, e non mi pare che vi siano Capisaldi così sicuri per potere accertare o la costanza del livello del Lago, o la progressiva sua espansione, o il progressivo suo ristringimento. Il certo però si è, che il tutto tende ad infelicitare lo scolo del Rogio, della Fossa Nuova, e degl'altri influenti della Repubblica, come appunto ha comprovato sempre più il chiarissimo signor Eustachio.

N.° 3. 4.

Ne' presenti Articoli vanno eruditamente esponendosi varie esperienze fatte nella visita, intorno alle materie che riseggono nel fondo del Lago, alcune delle quali vicine alle gronde, ed allo sbocco degl' influenti si ritrovarono friabili, di colore cenerino, e giallognolo, e di grana finissima, quali essere dovevano le deposizioni degl' influenti. Altre poi estratte a maggiore distanza delle gronde e degl' influenti furono ritrovate assai diverse, cioè di una materia composta di terra infradiciata dell'antico Lago. Fatte poi le soluzioni di dette materie in un' acqua stagnante, lentissimi si trovarono i loro sedimenti, e da tutto questo argomentasi, che attesa la lunga, e difficile separazione di tali materie dal fluido, benchè immobile, niuna deposizione dovrebbe temersi quando vi si concepisca un nuovo moto, quale certamente non mancherà al Canale del nuovo Ozzeri. Con le quali esperienze rimuovesi ogni sospetto che le materie, che si portano nel fondo del Lago, non dovrebbero depositarsi nel fondo del nuovo Ozzeri.

Che se ora si concepisca il Lago ridotto, e ristretto ad un semplice Lagacciuolo, qual è quello da me proposto, benchè esso sia tanto minore, che non è il Lago presente, contuttociò neppure in tal caso potrà temersi di alcun sorrenamento del nuovo Canale, giacchè ancora in detto Lagacciuolo le più grosse materie dovranno ben presto precipitare al fondo, e le più minute, se si sostengono con un moto minore, molto più si sosterranno quando il fluido all' imboccatura del Canale nuovo, sarà animato da una forza maggiore.

N.° 5.

Si passa in questo Articolo a paragonare la lunghezza del nuovo Ozzeri con la sua caduta totale, ed altro non si fa se non che confermare la pendenza rispettiva di ciascun miglio a ragione di 928 millesime per miglio, che torna prossimamente di 93 centesime, come

nella mia Relazione. Che se in essa è stata da me adoprata di 94 centesime, ciò è stato fatto per alcuni addirizzamenti, che si faranno nell' atto della esecuzione alle linee misurate in Campagna. Si assicura, che tal pendenza è *soprabbondante per le acque del nuovo Ozzeri, che saranno chiare, e depurate*. Nel che non vi è persona che possa disconvenire. Qualche difficoltà però io ritrovo intorno a quanto si asserisce ne' susseguenti periodi dove ripetesi: *La pendenza abbondante, che sia capace di smaltire un corpo di acqua di qualche torbidezza, e di spingerla oltre la foce di Balbano a vantaggio de' possessori alla Marina, ai quali s' offrirà il comodo di fare nuove Colmate*. A me sembra che le materie capaci di fare una colmata, la quale sia utile, e vantaggiosa, essere debbano così copiose, e di tali diametri, che sarebbono capaci d' ingombrare l' alveo del Canale. Avendo noi in Toscana quotidiane esperienze delle Colmate, sappiamo che quando i fiumi non siano dotati di gran torbidezza, non solo di materie sottili, terrose, ma eziandio di grosse arene, le Colmate riescono a scapito per la eccessiva, ed importuna lunghezza del tempo. Quando poi le materie de' fiumi siano copiose, e di sensibili diametri, quali sono quelle del fiume Arno nelle sue piene, vantaggiose ed accelerate riescono le Colmate, ma le materie non possono sostenersi, se non che con una pendenza degli alvei, maggiore ancora di un braccio per miglio. E qui desidero che siano rammentate le pendenze del fiume Arno, della Brenta, e della Brentella, dov' essi fiumi scorrono in pura arena, e dove hanno stabiliti i loro alvei con pendenza uguale, e maggiore notabilmente a quella del nuovo Ozzeri. Nuovamente qui riflettendo, che le resistenze de' piccoli Canali rispettivamente ai fiumi sono notabilmente maggiori, potremo dedurre che le acque torbide introdotte nel nuovo Ozzeri simili a quelle de' riferiti fiumi sarebbero valevoli ad interrirne l' alveo. Inoltre quando le torbidezze siano tanto minori, che non possano depositarsi nel Canale nuovo, allora esse non sarebbero al caso per una vantaggiosa Colmata nei terreni acquistati lungo la marina di Viareggio. Facendo però distinzione dalla Colmata artificiale ad una Colmata naturale, che sia lenta quanto mai voglia dirsi, potrebbe esser vero che certe materie incapaci di essere depositate con la corrente del nuovo Ozzeri, possano giovare nell' espansioni invernali, nelle quali qualche sorta di belletta potrà depositarsi, rinfrescando così, benchè lentamente, i terreni soggetti alle dette espansioni.

Qualunque però siasi l' opinione di dette Colmate, il più sicuro partito sarà di difendere il Canale nuovo da qualunque pericolo d' intasamento ancor tenue, come in più numeri ho esposto nella prima parte della mia Informazione.

Lo stesso Autore rimette la soluzione di questa difficoltà, per quanto sia piccola, all' esperienza medesima, dicendo: *Eseguito che fosse il progetto, e conosciuta con più di evidenza la velocità, e la forza della corrente, sarà tempo allora di decidere a quali Rivi si abbia a permettere l' ingresso nel nuovo Canale*. Alla stessa sperienza, e decisione mi rimetto ancora io, non essendovi per somiglianti grandiose operazioni una guida più certa, ed infallibile dell' esperienza.

N.° 6.

Dalla pendenza del Canale si fa passaggio ad una seconda ricerca, ch' è quella delle diverse altezze, alle quali può gonfiarsi, o abbassarsi il fluido introdotto nel nuovo Ozzeri, giacchè tali altezze sono necessarie per i diversi usi del Canale.

Cominciasi una tale ricerca, esponendosi i principj adottati, ed il metodo tenuto per risolvere un tal problema.

Egli si prevale in primo luogo di una mia osservazione fatta sulle diurne straordinarie escrescenze del Lago, da me registrate all' Articolo IV. della mia Relazione, cioè che in dette escrescenze la superficie del Lago si rialzi di tre in quattro soldi in ore 24. E riducendo il tutto in misure Lucchesi, viene a dedursi da detta mia osservazione che l' acqua proveniente dagl' influenti del Lago in ore 24 sia di braccia cubiche Lucchesi 19070000, trascurando alcune piccole frazioni. Onde la massa del fluido in un' ora sarà di braccia cubiche . . . . 791667 —

Ed in un minuto secondo di braccia cubiche . . . 220 —

Si suppone in secondo luogo che le acque perenni del Lago paragonate a quelle, che scorrono nel fosso della città di Lucca siano circa una terza parte delle medesime, e supponendosi che per qualunque sezione di detto fosso trascorra in un minuto secondo un corpo di acqua di 30 braccia cubiche incirca nell' inverno, ne viene in conseguenza, che le acque delle sorgenti estive del Lago possano supporsi di circa braccia 10. cubiche per ogni secondo. Passando poi al metodo per calcolare le diverse altezze delle acque nel Canale si suppone, secondo il Mariotte ed il Guglielmini, che le velocità degli strati aquei possano rappresentarsi con le semiordinate paraboliche.

E perchè il vertice della curva non bene si adatterebbe alla superficie dell' acqua corrente, la cui velocità non è certamente nulla, contuttociò sembra all' Autore *una tale supposizione del tutto adattata all' imboccatura di un Canale, che si spicca da un Lago, dove la superficie dell' acqua si presenta quasi in una perfetta quiete*.

Osservisi qui di passaggio, che quando attentamente si consideri l' imboccatura dell' acqua da un vasto recipiente in un Canale assai

ristretto, formasi una concavità di una certa estensione semicircolare, dal labbro della quale incominciano i fili del fluido a discendere verso l'imboccatura, e la velocità di detti fili acquei tanto più cresce, quanto più essi si accostano al Canale medesimo; in modo tale, che quando il fluido ritrovasi sotto la prima sezione dello stesso Canale, ha già acquistata tutta quella velocità, che compete allo stesso fluido, e che corrisponde a tutte le altre inferiori velocità, quando la sezione si mantenga costante. Per tale ordinaria osservazione può dubitarsi se sia bene adattata al caso presente l'ipotesi comunemente accettata dagl'Idraulici, che il vertice della scala delle velocità debba impostarsi alla superficie del fluido corrente. Vi sono degl'insigni Scrittori che difendono tale ipotesi con l'idea, che il vertice della Parabola espressiva delle velocità della cadnta de' gravi, rimane di poche linee superiore alla superficie del fluido. Il che è verissimo quando si tratti delle velocità primitive, nelle quali la curva ha il parametro di piedi Parigini 60; ed in fatti nella *Tavola* da me inserita al n.° 149 delle mie nuove sperienze Idrauliche si troverà, che alla velocità di quasi un braccio non altra caduta corrisponde, se non che quella di 59 centesime di soldo Fiorentino. Ma non può dirsi così quando si tratti non già delle velocità primitive, ma bensì delle velocità attuali diminuite, ed impedite da continue, e grandissime resistenze. Poichè allora il parametro della curva è assai lungi da' piedi 60. Nella mia Relazione l'adopero di un braccio, e questo mi pare ancora troppo.

Il chiarissimo Autore adopera un tale parametro di br. 10, deducendolo da osservazioni fatte sul fosso, che fa correre le acque sotto le mura della città di Lucca, le quali acque vengono dallo stesso Serchio, per una diramazione fattane sopra il Ponte a Moriano. Non essendomi note dette osservazioni, rimettesi un tale sperimento alla sagacità, ed autorità del medesimo Professore. E non dee far maraviglia che da diverse osservazioni nascono diversi parametri della curva, giacchè dipendendo questi non già dalle velocità primitive, ma bensì dalle attuali, che sono più o meno diminuite in un Canale, che in un altro, può benissimo succedere che dove le resistenze siano maggiori, minori ne risultino i parametri, ed al contrario dove dette resistenze avranno meno estinte le primitive velocità, ivi i parametri divengano maggiori.

Assume finalmente il chiarissimo Autore che la larghezza del Canale sia braccia 8 $\frac{1}{4}$.

N.° 10. 11.

Premessi i descritti elementi del problema, si fa passaggio al problema medesimo deducendo, che la profondità dell'acqua nell'estive siccità

sia di sole once 8 del braccio Lucchese; mutando poi l'ipotesi per le stagioni umide, e per esse supponendo che in un minuto secondo passino braccia cubiche 30 di fluido, si fa risultare l'altezza dell'acqua di once 16; e finalmente aggiungendovi le acque delle straordinarie escrescenze, deducesi la massima altezza di braccia $4\frac{1}{4}$. Omettendo per ora le ultime due profondità di braccia $1\frac{1}{3}$, e di braccia $4\frac{1}{4}$, mi sia lecito di fermarmi sulla minima profondità di once 8, ch'è quella, che molto importa per la navigazione del Canale. E quantunque tal navigazione non sia l'oggetto primario delle nostre ricerche, contuttociò un oggetto ancora secondario merita tutta l'attenzione dell'Idraulico per predirne gli effetti.

Conviene il degnissimo Autore dell'Esame, che l'ipotesi da lui maneggiate soffrono qualche incertezza, ed in conseguenza esse possano diversamente modificarsi.

Veggiamo adunque quali siano gli altri risultati cambiando discretamente le dette ipotesi, non già per un semplice arbitrio, ma bensì con qualche positivo fondamento di ragione, e di fatto.

Così verranno risoluti i seguenti problemi affatto elementari. Rimetterò la formula analitica alla Nota di lettera A inserita nel fine della informazione per non involgere in questa delle notizie oscure per le persone, che sono lontane dalle teorie Idrauliche, per le quali registrerò i puri risultati. Mi riesce indispensabile d'incominciare dallo stesso problema con tutti gli elementi del chiarissimo Autore.

Se adunque la portata delle acque magre sia di 10 braccia cubiche.

Se la larghezza media dell'alveo sia di braccia $8\frac{1}{2}$.

Se il parametro della curva sia di br. 10, allora tornerebbe la profondità del fluido uguale $\sqrt[3]{\frac{300}{2890}}$. Onde estraendone la radice cubica, tornerebbe la cercata profondità di braccia cubiche 0. 684 millesime, che sono un poco più di once 8, che sarebbero br. 0. 666 millesime. La frazione però è così piccola, che giustamente è stata trascurata. Passerò ora a modificare qualche elemento per dedurne il vero risultato.

PRIMA MODIFICAZIONE.

Col variare solamente la portata di 10 braccia cubiche.

È stato detto che la portata di br. 10 è stata indirettamente calcolata per mezzo del Canale, che trascorre sotto le mura di Lucca. Io tengo appresso di me delle osservazioni immediate fatte, e replicate sullo stesso lago di Bientina quando nei mesi estivi fui obbligato a serrarlo per la fabbrica delle due Cateratte. Serrato adunque il

detto Lago furono da me fatte le più precise osservazioni per esaminare gl'incrementi dello stesso Lago, non potendo allora scolare le sue acque. Questi veramente furono molto varj, secondo le diverse evaporazioni del Lago, a tenore delle giornate più o meno calorose, che s' incontravano. Vero è che tali incrementi avevano un limite da un terzo di soldo sino ad un quinto di soldo. E perciò pigliando una misura di mezzo, potrà essa assumersi di un quarto di soldo. Paragonando pertanto detta misura con le escrescenze invernali, le quali, come dicesi nella mia Relazione, giungevano qualche rara volta a soldi 4, indi ne viene in conseguenza, che la portata invernale all' estiva sia come il 16 all' unità. Dal che ne viene, che nei mesi estivi la portata delle sorgenti del Lago, diminuita ancora per l' evaporazioni, sia di br. cubiche $13\frac{3}{4}$. Modificando adunque la ipotesi delle br. 10 ne dedurremo la profondità del fluido $=\sqrt[3]{\frac{1854}{2890}}$, la quale tornerà di br. 0. 87 centesime, che fanno once 10. 44 centesime di oncia, cioè prossimamente once $10\frac{1}{2}$. Ecco dunque che la prima modificazione formata sul fatto immediato, fa crescere la profondità delle prime ipotesi di once $2\frac{1}{2}$.

SECONDA MODIFICAZIONE.

Col variare solamente la larghezza del Canale.

Quantunque la larghezza media del Canale aperto sia stata adoperata di br. $8\frac{1}{2}$, contuttociò dove incomincia il Canale sotterraneo detta larghezza è stata fissata di br. 7. Veggo una tale larghezza approvata dal chiarissimo Autore.

Con essa adunque risolvendo di bel nuovo il problema, rilevasi la profondità del fluido uguale $\sqrt[3]{\frac{1969}{2890}}$, che corrisponde ad once 10. 68 centesime.

Ed ecco che per questa nuova modificazione vengono accresciute sopra le prime ipotesi once 2. 68 centesime.

TERZA MODIFICAZIONE.

Riducendo il valore del parametro.

Supponendosi dedotto il valore del parametro con la portata delle acque, che corrono sotto alle mura di Lucca, sembra assai naturale che tal portata sia stata dedotta per mezzo della velocità superficiale del medesimo fluido. Il che quando sia così allora converrebbe al

problema una nuova riduzione, giacchè nelle mie nuove sperienze Idrauliche apparisce, che la velocità superficiale, o è la massima, ovvero assai prossima alla massima. Dimostrasi pure la notabile diminuzione delle velocità verso il fondo de' fiumi, e de' Canali. Per tale diminuzione io crederei, che la media velocità de' diversi strati alla profondità di br. $1\frac{1}{2}$ potesse ridursi in circa a due terzi della velocità superficiale. Indi è che la portata del detto Canale dalle 30 br. cubiche per secondo, abbia a ridursi a sole br. 20. Ed in tal caso il parametro delle br. 10 discenderà alle br. 3, e 7 decime. Con tal parametro ridotto, tornerà la profondità uguale a $\sqrt[3]{\frac{900}{1069}}$. Ed estraendone la radice, tornerà tale profondità di br. 0. 94 centesime, cioè di once 11. 28 centesime. Ed ecco che per questa terza modificazione sono state accresciute once 3. 28 centesime.

QUARTA MODIFICAZIONE.

Con elevare il vertice della curva sopra il livello del fluido corrente.

Che il vertice della curva sia superiore al livello del fluido, ci si fa palese dalla velocità superficiale, la quale non solo non è nulla, ma dee dirsi sempre considerabile.

Supponendo adunque che tale velocità sia di br. 1 per Secondo, e che il parametro sia quel medesimo, che nella mia Relazione è stato adoperato, indi nè nascerà una equazione complessa di terzo grado, la quale risolvendo secondo i metodi usati, ci paleserà la profondità del fluido assai prossima a br. 1. 05, essendo questa la radice reale, e positiva dell' equazione.

Ed ecco che per questa quarta modificazione sono state accresciute alle prime ipotesi once 4, e 5 centesime.

Ecco che quella profondità di once 8, che per la navigazione sembrava scarsa, con l' uso delle modificazioni, è divenuta sufficientissima per l' estiva navigazione, per la quale neppure nel fiume Arno può ottenersi per tutta la profondità dedotta con questi quattro problemi.

Merita in questo luogo di essere rilevato, che tutto il divario che può nascere delle prime ipotesi alle altre successive, consiste finalmente in once 4 di altezza maggiore, o minore. Dal che si vede che in qualunque modo si rivolga, e si ritessa il presente problema, il divario de' risultati è assai tenue, e dee far maraviglia alle persone d' intelligenza, che esso riducasi a sole once 4.

Quando poi tra tutti questi problemi scelgasi il più sfavorevole,

qual' è quello delle once 8, non per questo dee dirsi impraticabile l'estiva navigazione del nuovo Ozzeri.

Poichè a dette once 8 vanno aggiunte tre partite, che non sono indifferenti, e che non sono state incluse negli elementi del problema.

La prima delle quali consiste nelle notabilissime resistenze del fondo del Canale aperto, sul quale ne' mesi estivi prontamente vegetano l'erbe acquatiche, la cui resistenza è grandissima, ed essa tende a ritardare il fluido, ed a rialzarne la superficie corrente.

La seconda partita consiste nel maggior rialzamento del fluido nelle sezioni minori, come già è stato dimostrato nella seconda modificazione, a tenore della quale dee crescere la profondità di once 2. 68 centesime.

E finalmente non bisogna dimenticare la terza partita pure considerabile delle copiose sorgenti sotterranee, dimostrate nella mia Relazione co' saggi di tanti pozzi, che s'incontrano in quella linea.

Quando adunque voglia starsi agli elementi i più sfavorevoli, e forse i meno probabili, persistendo sulle once 8 di profondità, contuttociò l'accesso delle nuove altezze, ciascuna delle quali produce un sensibile rialzamento del fluido, ci fa forza per accordare all'estiva navigazione almeno un braccio di profondità, ch'è certamente sufficientissima nell'estive magrezze.

N.° 12. 13.

Dal calcolo dell'altezza del fluido, fa passaggio il chiarissimo Autore alla soluzione di un altro più sublime problema intorno ai diversi tempi, che occorreranno per smaltire le acque del Lago a diverse altezze del Canale, e con tal soluzione di problema egli annunzia, che

Per l'altezza di br. 2 il tempo sia di giorni . . . . . 4. ore 5
Per l'altezza di br. 3 . . . . 10. ore 13
Per l'altezza di br. 4 . . . . 30. ore 17

Sul qual problema ometterò qualunque mia riflessione, confessando ancora l'Autore qualche incertezza, che s'incontra, ed una di queste che mi pare essenziale, e che nel tempo stesso è oscurissima, consiste nell'estensione superficiale del Lagacciuolo, che dovrà rimanere dopo la esecuzione del nuovo progetto.

Non vi è chi non comprenda che le altezze delle acque in qualunque dato tempo siano in ragione inversa della superficie del recipiente. E così se mai il nuovo recipiente fosse la parte decima del presente Lago, l'aumento della superficie ne' mesi invernali nel tempo di ore 24, sarebbe non già di soldi 4, ma sibbene di soldi 40. Si

comprende pure ch' essendo allora il rialzamento diurno tanto maggiore del presente, la caduta delle acque del nuovo Lagacciuolo sarà 10 volte maggiore, che non succeda nel tempo presente. E perciò regolandosi tanto la portata quanto il tempo con l' elemento della velocità, la quale corrisponde alle radici cubiche delle altezze, detta velocità per il ristringimento del Lago, sarebbe più che tripla nell' addotto esempio. Ma non potendosi mai con arte alcuna indovinare neppure con discreta approssimazione quanta sia per essere la superficie dell' ideato Lagacciuolo, credo soltanto di potere asserire, che i veri tempi saranno minori de' già calcolati, senza che io possa dire di quanto. Ma superflua a me sembra la presente ricerca in tanta oscurità di cose, e la sola esperienza sarà quella che ci potrà servire di guida per ben determinare la scala de' tempi, i quali se saranno minori de' già calcolati, più pronto sarà il discarico delle acque, e se detti tempi mai fossero maggiori (il che veramente io non credo) le dette acque con la diuturnità del tempo, renderebbero affatto insensibili quelle altezze maggiori, che potranno competere a i Canali della pianura di Viareggio. Mi giova qui di avvertire, che in tutti i calcoli fatti per la determinazione de' tempi, si finisce poi con accordare che l' altezza delle acque all' imboccatura del Canale nuovo non sia mai per eccedere le br. 3 da me presupposte, e calcolate nella mia Relazione sopra l' incile del nuovo Ozzeri. E tanto basta sì per la navigazione, che per il felice discarico delle acque.

N.° 16.

Giacchè nel presente numero vengono a compirsi tutti i problemi dipendenti dalle ipotesi esaminate negli antecedenti numeri, sarà questo il luogo opportuno per passare dalle ipotesi alle sperienze, le quali avendo io instituite con una fatica, che non so esprimere, ed avendole pubblicate nel mio volume sulle nuove sperienze Idrauliche, non lascerò di prevalermene nella presente ricerca. Poichè potrebbono sempre obbiettarci le persone di buon criterio, che per quanto le tante ipotesi assunte si facciano variare di aspetto, e di risultati, pur nondimeno esse soffriranno qualche sorta di incertezza, la quale se può deporsi a forza di esperienze, verranno sempre più a calmarsi gli animi delle persone, che aborriscono qualunque incertezza ancora secondaria. Tali precisamente sono le citate mie sperienze, le quali nel 1778 erano appena incominciate, e perciò di esse, e de' loro risultati io non ho potuto fare uso nella mia Relazione.

Lunghissima sarebbe la recita, e la riduzione di tante sperienze, e perciò a me sevirà di riportar qui solamente i loro generali risultati, che sono registrati alla pagina 278, e sono:

I. Che la massima velocità di tutti gli strati aquei sia molto prossima alla superficie.

II. Che detta velocità vada lentamente diminuendo, mostrandosi spesso quasi costante nelle intermedie profondità.

III. Che da esse profondità verso il fondo facciansi assai più veloci i decrementi.

IV. Che all' altezza del vero fondo del fiume ora di soldi tre, ora di soldi otto, ed ora di quindici, le velocità sono minime.

V. Che il decremento delle velocità dalla superficie sino alla prossimità del fondo sia ora di $\frac{1}{5}$, ora di $\frac{1}{3}$ rispetto alla velocità della superficie.

VI. Che quanto sono maggiori le profondità delle acque correnti, tanto sono maggiori le differenze dalla superficie sino al fondo.

Queste sono le vere leggi della natura, e queste esser dovranno le nostre ipotesi.

Sicchè senza eccezione neppure di una esperienza in tante classi, ciascuna delle quali contiene 18, 20, e più sperienze, tutte si accordano a fare decrescere con certe leggi le velocità verso il fondo. Onde è tanto falso, ed assurdo, che le massime velocità siano verso il fondo, come esigono le due scale del Guglielmini e del Castelli, che anzi al contrario le massime velocità sono presso alla superficie. Onde essendo dette scale affatto contrarie alle vere leggi della natura, non si possono senza grave errore adoperare come ipotesi de' problemi Idraulici, com' è stato fin qui praticato.

Dirà per altro taluno, che non potendo così risolversi alcun problema Idraulico, particolarmente per le unioni, e diramazioni delle acque de' fiumi, o de' canali, che procederemo innanzi alle nostre ricerche?

Risponderò che dalle classi delle citate sperienze, e da alcune altre, che soggiugnerò nel mio Tomo II., deducesi un teorema, che non è certamente di una precisione geometrica, ma che tanto si accosta alle vere leggi della natura, che si può per ora adoperare, come assai prossimo alla verità. Io anticiperò un tal teorema, perchè senza di esso, realmente riuscirebbe insolubile la presente quistione sulle altezze dell'acque nel nuovo Ozzeri. Porta adunque il teorema:

Date le due portate di acque di un dato fiume, o canale, le altezze delle acque relative a tali portate saranno in ragione subtriplicata delle stesse portate.

Riserberò la dimostrazione di tal teorema al mio Tomo II., ed intanto mi prevarrò di esso per la risoluzione de' problemi, che occorreranno.

PRIMA SOLUZIONE DEL PROBLEMA.

Nell' ipotesi del sig. Zanotti, che la portata delle acque invernali, a quella dell' estive sorgenti sia nella ragione del 220 al 10, ovvero del 22 : 1.

In qualunque modo sia stata dedotta una tale ipotesi, mi giova incominciare il calcolo della medesima. Se adunque l' altezza del fluido sulla foce del Canale ideato si assuma di br. 3, come fa ancora l' Autore, allora si proceda alla seguente analogia;

Come $\sqrt[3]{22} : \sqrt[3]{1}$, così 3 al quarto termine, che si troverà essere di br. 1 . 07 centesime. Ecco adunque che non più di once 8, ma bensì più di un braccio sarà la vera altezza dell' acqua.

SECONDA SOLUZIONE.

Secondo le mie esperienze, per cui la portata dell' acque invernali a quella dell' estive sorgenti stia come il 16 : 1.

È stato dianzi avvertito nella prima modificazione delle ipotesi, che il dedurre immediatamente dal lago di Sesto la portata delle sorgenti estive, per paragonarle così con le invernali escrescenze sia cosa molto più sicura dell' altro metodo adoperato per mezzo del Canale, che trascorre sotto le mura di Lucca. Le osservazioni fatte in detto Lago ne' tempi estivi, non ebbero luogo nella mia Relazione, giacchè in essa non mi è occorso il problema di calcolare l' altezza delle acque del nuovo Ozzeri relativamente a' mesi d' estate, il qual problema essendo stato promosso dal degnissimo Autore mi è sovvenuta quell' antica mia osservazione de' mesi estivi già dianzi citata, e che ora mi occorre ripetere per questa seconda soluzione.

Sia pertanto la ragione delle invernali escrescenze a quella dell' estive sorgenti del Lago come 16 : 1. Perciò in tal caso secondo il nuovo mio teorema, sarà come $\sqrt[3]{16} : \sqrt[3]{1}$, così 3 al quarto termine, che si troverà di br. 1. 16 centesime. Maggiore sarebbe un tale risultato, se l' altezza delle acque invernali sul Canale nuovo si facesse maggiore di br. 3.

Dal che comprendesi, che tra le due proporzioni delle acque invernali, ed estive, e di cui la prima starebbe come il 22 : 1, e la seconda come il 16 : 1, altro divario non nasce nel problema, se non che di 9 parti centesime di braccio, che certamente è una differenza assai tenue. E perciò o si trascelga la prima proporzione, o la seconda, il risultato torna quasi il medesimo.

N.° 17.

Nè si dica che quest' altezza così ridotta secondo le vere leggi delle velocità, debba soffrire la diminuzione per le evaporazioni copiose dell' estate, nè per altra qualunque cagione, giacchè nel caso delle mie osservazioni fatte al sopraddetto Lago, come è stato riferito, sono state incluse l' evaporazioni medesime, come pure tutto quel fluido, che potrebbe succhiare la terra riarsa. Anzi, se ben si rifletta, le dette dispersioni del fluido molto minori saranno nel caso del progetto, nel quale esse diminuiranno in parità delle altre cose nella medesima ragione, in cui diminuisce o la superficie del Lagacciuolo, o la superficie del terreno, sul quale si hanno a ricoverare le loro acque.

L' escludere poi totalmente la navigazione o per le supposte scarse profondità, o per l' inutilità della medesima, come si fa in questo numero, vuol rimettersi ancor questo all' esperienza.

Il primo Professore opinava, che tal navigazione fosse *preziosa*; il secondo mostrasi molto indifferente, e senza alcuna pena abbandona l' ideato commercio. Tra queste due affatto opposte opinioni trovasi di mezzo il mio concetto, cioè che la navigazione sia fisicamente possibile, avendo dimostrata la profondità delle acque sufficientissime al barcheggio: che tal navigazione sarebbe di un utile considerabile: ma che detta navigazione non va concepita illimitatamente, qual sarebbe quella de' gran Canali navigabili, ma soltanto co' mezzi, e metodi adattati alla natura della medesima. Il primo di questi tre articoli mi pare che sia stato abbondantemente dimostrato, giacchè non solo per le vecchie ipotesi, ma eziandio per le leggi nuovamente dedotte dall' esperienza, la profondità del fluido si è mostrata maggiore di braccia 1.

L' utilità poi di detta navigazione ci si persuade per le seguenti ragioni; cioè primieramente perchè il trasporto per acqua di tutti i prodotti de' terreni acquistati, e degl' altri migliorati dalla gronda del Lago sino a Lucca riesce molto economico, e ciò tanto più quanto che nel caso del progetto non potrà navigarsi il Canale del Rogio, giacchè con la maggiore caduta di circa braccia 6 tutte le sue acque correranno nel Lagacciuolo, restando quasi asciutto il suo alveo.

Il vecchio Ozzeri sosterrà una piccola navigazione, che non sembra molto interessante, giacchè tutto il di lei corso si riduce dalla foce del Serchio, sino alla Formica sotto le mura di Lucca.

Quanto poi goderebbe la città di Lucca per un commercio immediato fatto per acqua sino alla foce di Viareggio, credo che non occorra descriverlo, perchè sarà facile a ciascuno ad immaginarselo. E

quantunque ora non appariscono nuovi generi di commercio, contuttociò la natura de' nuovi Canali navigabili è tale che qualche nuovo ramo di commercio impensatamente sempre si acquista.

Ne fà visibile testimonianza il nuovo Canale navigante da me construito dalla città di Grosseto sino al Porto di Castiglione, nel quale non altr' oggetto era da principio contemplato se non quello del trasporto economico de' Grani Maremmani. Quando all' improvviso si è veduto nascere un nuovo ramo di mercatura con la Spagna, e con l' America nel trasporto, e vendita delle Doghe formato da un immenso numero di Cerri, che perivano sulle vaste Boscaglie Maremmane. I Mercanti di legname fecero subito una prova tanto di questa navigazione, quanto della qualità delle Doghe, le quali essendo state trovate a Barcellona, ed a Cadice adattissime per conservare nella sua chiarezza l' acqua vite, che da que' Porti si spediva in America, dette Doghe hanno acquistato un tal credito e valore, che un anno per l' altro se ne mandano in commercio circa canne 20 mila, che a ragione di lir. 5 per canna, tra macchiatico, magistero, e trasporti lasciano in Toscana lire 100 mila di prodotto un anno per l' altro.

E quando mai nessun ramo di nuovo commercio succedesse nel caso nostro, non sarebbe un tenuissimo vantaggio quello di spedire le solite mercanzie per acqua, e di avere una pronta navigazione per mezzo di Gondole di tanti cittadini, e patrizj Lucchesi, che continuamente vanno e vengono da Viareggio per i loro affari, o per le loro Villeggiature.

Il terzo articolo intorno alla natura di questa navigazione mi sembra il più oscuro di tutti, giacchè veggo che chi ha scritto sulla medesima, non ha le idee adattate al metodo di navigare. Qui non si pretende d' introdurre i navicelli grossi di mare. Non si pretende d' introdurre de' Barconi di cinque o sei braccia di banda, e di larghezza. Non si pretende di caricare le mercanzie a 20, e 30 mila libbre per volta. Finalmente non si pretende di navigare a più remi distesi. Niuno può avere una chiara idea di questa navigazione, se non che chi ha bene osservata la navigazione, che da noi si pratica nel Canale maestro della Valdichiana. Essa adunque viene esercitata con alcune Barche, che avranno di lunghezza circa braccia 12, e di larghezza circa braccia 3 in 4; il loro carico sarà di 6, in 7 mila libbre di mercanzia. Un solo è il condottiere, ed il rematore, il quale naviga ora con una stanga, ed ora con un remo con una prontezza, e facilità, che sorprende. La profondità delle acque serve che sia di $\frac{2}{3}$ di braccio, e ancora meno. E pure con questo così descritto barcheggio felicemente riesce il trasporto di quella gran copia di grano della Valdichiana, che veramente dee dirsi doviziosa. E qualunque

commercio che possa fare lo stato Lucchese per il presente Canale; non potrà mai dirsi la sesta parte dell' immenso traffico di grani, e di altri generi, che in Valdichiana si ammira.

Questa è precisamente l' idea di quella navigazione, che io ho concepita nella mia relazione; e se ivi non ho potuto spiegarla, come fo presentemente in questa mia informazione, ciò è addivenuto perchè gli articoli principali richiamavano tutta la mia attenzione. Onde essendo ora questi bene assicurati col parere de' due chiarissimi Professori, mi si è presentata questa opportunità per isvolgere tutta la tela di quella navigazione, che era stata da me immaginata.

La dimensione delle barche chiatte, la maniera di navigare, il carico di tali barchetti, la facilità di condurli ovunque occorra con la forza di un solo uomo, la brevità del viaggio, e tutte le altre circostanze concorrono a rendere facile una tal navigazione così da me ideata.

Che se altri volessero muover de' dubbj e de' sospetti che potessero oscurare una così manifesta verità, ciò nulla importa. La larghezza del Canale o si navighi, o no, secondo il parere del degnissimo sig. Eustachio esser dee la medesima.

Non vi è luogo di mettervi ostacoli di sostegni, o altri qualunque sul riflesso del pronto scolo delle acque, sì del lago, che della pianura. Ottenuto adunque questo pronto discarico senza ostacoli, allora la prova di fatto ci convincerà dell' utilità, o inutilità di questa navigazione. Poichè o essa sarà sperimentata comoda e vantaggiosa, ed allora otterranno questa comodità e vantaggio senza alcuna benchè minima spesa. O essa si troverà col fatto incomoda ed inutile, ed allora il Canale nuovo si abbandonerà a' grandi acquisti de' nuovi terreni, ed al pronto scolo di tante acque inondanti, e nulla si perderà con l' abbandonare la navigazione del nuovo Ozzeri. Indi è che l' articolo presente della navigazione è affatto indifferente per chi dee concorrere col suo suffragio alla esecuzione della grand' opera.

Si compisce dall' Illustre Autore il presente Articolo con le più chiare ragioni, ch' egli adduce per la larghezza del Canale nuovo, secondo le mie dimensioni, confermando una tale larghezza in rapporto all' altezza della sezione, parte con le sezioni de' fiumi, e parte co' pregiudizj che apporterebbe un Canale troppo angusto. Le quali prove, e paragoni non possono bastantemente commendarsi.

Ragiona egli pure in questo stesso Articolo delle profondità delle acque estive nel Lagacciuolo residuo, deducendo dalle 7 nuove linee di scandagli, che in alcuni punti vi resterebbe la sola profondità di once 10, ed in altri di meno. Tutto questo però nella solita ipotesi che alla bocca del Canale la profondità del fluido sia di sole once 8. Ma essendo stato così lungamente dimostrato, che tale profondità supererà

un braccio di altezza, e che poi per i diversi incrementi delle sorgenti sotterranee, delle resistenze dell' erbe aquatiche, e della sezione più angusta del Canale murato, la profondità sarà accresciuta sensibilmente, indi ne viene in conseguenza, che la profondità del Lagacciuolo ne' mesi estivi ne' punti contrassegnati da' Periti non sarebbe già di once 10, ma forse di 16, e di 18, le quali sono bastantissime per l' ideato Lagacciuolo. Che se poi per impensati accidenti, e circostanze convenisse tenere le acque del Laghetto a maggiore profondità, allora il ripiego di quel regolatore, che in quest' ultimo accenna l' Autore dell' Esame, sarebbe opportuno all' intendimento.

N.° 18.

Si fa passaggio in questo numero all' ultima parte della linea della foce di Balbano sino al mare, nella qual linea incontrasi prima il Lago di Maciuccoli, indi si passa per la Fossa detta delle Quindici, che si unisce alla Trogola, e questa immediatamente comunica col Canale del Porto. La lunghezza di questa linea è di pertiche 3400 in tutto, e alla medesima compete la caduta di braccia $1\frac{1}{2}$, la quale per le acque torbide, (che qui vanno totalmente escluse) sarebbe troppo scarsa, ma per le acque chiare, o almeno intorbidate con sottilissime particelle terrose è sufficiente. Mi conviene ripetere, che per le ragioni dianzi addotte possono i possessori della Marina deporre ogni pensiero di Colmate, che nel caso presente sono affatto impraticabili.

N.° 19.

In questo numero si adducono le riquadrature de' terreni, che da una parte scolano nel lago di Sesto, e nell' altra si scaricano ne' Paduli della Marina, e nel lago di Maciuccoli. Una tale riquadratura era quella, che io ho desiderato nella mia Relazione all' Articolo XV, dove appunto ragionando dell' acque che si scaricano in detti Paduli, e lago di Maciuccoli, ho chiaramente accennato che senza il calcolo delle due superficie non poteva determinarsi la proporzione delle acque del nuovo Ozzeri con quelle de' Paduli, e Piani della Marina di Viareggio. Lo zelo, e diligenza de' signori Deputati ha prontamente supplito a simile inchiesta, e perciò in questo numero 19 ritrovo il risultato, cioè che, secondo le misure prese nella carta Topografica, nel lago di Sesto si raccolgono le acque piovane di miglia quadrate 72, e ne' Paduli della Marina, e lago di Maciuccoli le acque si raccolgono di miglia quadrate 36, ch' è appunto la metà delle prime.

Tutti i miei calcoli fatti in detto Articolo, quando ignoravasi tal

superficie, suppongono che le acque del nuovo Ozzeri, alle acque locali corrispondenti al lago di Maciuccoli, e Fosse inferiori si trovassero nella ragione del 3 all' unità, e presentemente sulla scorta delle nuove riquadrature si trovano nella ragione del 2 all' unità. Da ciò ne viene in conseguenza, che per questo nuovo elemento tutte le altezze delle acque da me calcolate nella mia Perizia, vadano mutate, com' esige la nuova proporzione fondata sulle misure.

N.° 20.

Vero è che un tal timore resta talmente dissipato co' nuovi argomenti, e riprove esposte così palpabilmente in questo numero dal chiarissimo Professore, che veramente troppo torto si farebbe alla penetrazione de' Ministri della Repubblica, se oltre a tanti argomenti, e calcoli da me formati per mitigare il fantastico timore de' Possessori, non servissero le chiare immagini colorite così al vivo dal degnissimo Autore.

La sensibile immagine della vasca, che riceve due uguali fontane, e che discarica da due inferiori trafori due portate di fluido uguali alle prime, viene applicata a molti Canali, che serpeggiano per la pianura, sul supposto che il loro discarico facciasi separatamente in mare, giacchè senza di questo, come benissimo avverte il sig. Eustachio, quando i Canali fossero non già quattro, ma in più gran numero, un tal numero sarebbe quasi inutile quando andasse a finire in un Canale comune lontano dal mare. Perciò egli fa un prolungamento della Fossa Trogola, affinchè con un nuovo Portone scarichi le acque più prossime al mare. E quantunque ancora in questo caso qualche distanza vi rimanga, non ostante essendo già il Canale del piccolo Porto in più luoghi 29 in 30 br., e potendosi agevolmente ridurre in ogni altra sua parte br. 24 almeno, il divario non credesi molto sensibile.

Questo è appunto il luogo dove mi conviene adattare le nuove leggi dell' altezze dell' acque per l' accesso di nuove portate, come ho già promesso negli Articoli antecedenti. Si rammenti dunque, che per le nuove sperienze le dette leggi portano, che riunendosi a un fiume, o Canale un nuovo Influente, ne risulta un' altezza che siegue le radici cubiche delle portate, come già è stato dichiarato. Se adunque si concepisca che immediatamente alle acque, che vengono dalla foce di Balbano, si riuniscano quelle che appartengono al Lago di Macciuccoli e Paduli adiacenti, la prima portata rispetto alla seconda sarebbe come il 2 : 3. Essendo adunque l' altezza sola delle acque dell' Ozzeri di braccia 3, com' è stato detto, e facendo le altezze in ragione subtriplicata delle portate, formato il calcolo, la

nuova altezza sarebbe di braccia 3. 43 centesime. Essendo adunque inalterabile questo punto, si concepisca ora un Canale, che conduca le acque riunite a spianarsi sulla superficie del mare nel Porto di Viareggio. È cosa manifesta che in qualunque dato punto intermedio si ritroverà l'altezza relativa di queste acque per poterla paragonare a qualunque punto della Campagna. Trascelgasi adunque il punto del Portone della Burlamacca, come quello che in se riunisce sotto la stessa sezione le sopraddette acque. La distanza della foce di Balbano dal mare, alla distanza dello stesso Portone allo stesso mare, trovasi all'incirca come il dieci all'unità. Le braccia 3. 43 centesime riportate all'Orizzontale si riducono a braccia 2. 43 centesime, essendo il fondo del Canale braccia uno sotto l'Orizzontale. Se adunque facciasi come il 10 : 1 così braccia 2. 43 centesime al quarto termine, esso ci tornerà di braccia 0. 24 centesime. E perciò quell'altezza alla foce di Balbano, o poco sotto, riferita al Portone, lascerebbe parti centesime 24, che sono prossimamente di $\frac{1}{4}$ di braccio. La detta Orizzontale si fa passare braccia 2 once 3 sopra la soglia del detto Portone. Se questa voglia confondersi con la superficie del mare ne verrebbe in conseguenza, che sopra di essa crescerebbe l'acqua once 2. 88 centesime, che corrispondono alle dette 24 centesime di braccio. Ma se il livello del mare facciasi alquanto più basso, giacchè dal detto Portone l'acqua si suppone correre verso il medesimo, allora l'aumento dell'altezza al detto Portone sarebbe notabilmente minore delle once 2. 88 centesime.

Dal che argomentasi con ogni maggiore evidenza, che formando il calcolo dell'altezza delle acque unite, secondo la legge sperimentale, e conducendo la cadente delle acque a spianarsi col livello del mare, queste acque al punto del detto Portone non giugneranno mai ad elevarsi once 2. 88 centesime, e forse neppure ad once 2. Con la stessa regola potrebbe formarsi un profilo per far vedere punto per punto la disprezzabile tenuità delle nuove altezze paragonate con le altezze presenti.

Per tanto o si concepiscano i due Canali separati, o si concepisca un Canale solo, che vada a depositare le acque unite al livello del mare, o si concepisca l'espansione di dette acque nei paduli di marina, come si dirà, sempre nascerà un tenuissimo risultato, che sarà sempre minore di once 2, che certamente dee sgombrare ogni timore dalle menti degl'interessati. *Nota di lettera* B.

A tale intendimento gioverà pure quanto rilevasi intorno allo sbocco de' fiumi in mare, i quali con l'esempio del Po si dimostrano bassissimi nelle loro acque, le quali in vicinanza del mare con le loro maggiori velocità, suppliscono a quelle grandi altezze delle loro piene nelle maggiori distanze dal mare medesimo.

N.° 22.

E perchè varie opposizioni sono state fatte dopo la mia Relazione intorno all' escrescenze di quelle pianure, va dileguando il degnissimo Autore la prima, e principale difficoltà, cioè che quantunque molti siano i Canali, che potrebbono bene ridursi, ed espurgarsi per adattarli al moltiplice scolo delle acque nuove, contuttociò dette acque finalmente si riuniscono insieme nell' ultimo tronco della Burlamacca, e così riunite passano per il Portone, e per il Canale del Porto.

Una tale obiezione era stata già da me prevenuta, e disciolta, giacchè, come potrà leggersi nel mio Articolo XV., io ho indirizzato il mio problema principale non già per le quattro Fosse, che si diramano dal Lago di Maciuccoli, ma bensì nell' ultimo ramo della Burlamacca presso il Portone, dove si troverebbero insieme raccolte le acque antiche, e quelle del nuovo Ozzeri. Ho supposta la portata del nuovo Ozzeri di braccie cubiche 110, e quella delle acque paesane della sua terza parte. Ho adoprato il metodo più svantaggioso rappresentando le velocità con le semiordinate paraboliche, e contuttociò ho dedotto che la maggiore altezza delle acque nuove al più giugnerebbe ad un mezzo braccio Lucchese.

Ho inoltre soggiunto che rettificando quelle ipotesi, come or ora è stato fatto, forse la nuova altezza si accosterebbe a sole once 3, misura affatto disprezzabile nelle circostanze presenti. Ed infatti il nuovo calcolo già formato, verifica puntualmente quanto nella mia Relazione è stato indicato, giacchè escludendo le ipotesi dubbiose, ed introducendo le vere leggi della natura, al detto Portone è stata calcolata l' altezza aumentata minore di once 2. 80 centesime, e perciò minore di once 3.

N.° 23.

Non meno rispondesi ad una seconda difficoltà, che si presenta ai Possessori della marina, cioè che serrandosi i Portoni nel tempo delle burrasche del mare, la maggior copia delle nuove acque verrebbe ad ammassarsi dietro agli stessi Portoni, restando obbligate a nuove espansioni non solo ne' superiori Paduli, ma eziandio nella più bassa pianura. A tal effetto è stata misurata l' ordinaria espansione di detti Paduli nello stato presente, ed è stato dedotto che il piano inondato d' inverno sulla superficie de' Paduli, e terreni di Marina, paragonato alla superficie del lago di Sesto sia nella proporzione de' due numeri 9551 a 7000. Dal che, secondo l' Autore, risulta che l' espansione dello stato presente non può aumentare se non che di once 2 in circa, per l' unione delle acque del nuovo Ozzeri.

Mancava pure a me tal' elemento nel 1778, e perciò ho provato grandissimo piacere, che con tali nuove misure altro non si faccia, se non che nuovamente dimostrare quell' incremento di circa $\frac{1}{4}$ di braccio da me pronosticato con qualche dubbiezza nell' Articolo XV. della mia Relazione. Anzi combinandosi insieme la mia osservazione intorno alle maggiori escrescenze del lago di Sesto di soldi 4 in un giorno, con la nuova proporzione delle due superficie, ne verrebbe in conseguenza, che dovendo stare le altezze reciprocamente alle due superficie, realmente l' alzamento dell' espansioni della marina, sarebbe di soldi 2. 93 centesime. Che se ora volesse considerarsi il doppio tempo, che mettono le acque del Lago in alcune date circostanze per trasportarsi ne' Paduli della Marina, allora l' escrescenza diurna diventerebbe la metà della già calcolata, cioè di soldi 1. 46 centesime, cioè prossimamente ad un' oncia del braccio Lucchese, alzamento affatto disprezzabile, ma dedotto dimostrativamente da tre certissimi elementi, cioè dall' escrescenza straordinaria diurna di soldi 4 del lago di Sesto; dal tempo doppio, che compete ad alcune circostanze del Lago suddetto; e finalmente dal teorema delle altezze reciproche alle due aree, che racchiudono la medesima massa di fluido. Questo stesso tenuissimo alzamento appoggiandosi al Portone di Viareggio nella rara ipotesi, ch' esso sia serrato, altro non farà che accelerarne l' apertura, ed in tal caso non più sarà stagnante una tale escrescenza, come si supponeva, ma incomincierà ad iscaricarsi nel Canale del Porto, e perciò non avranno luogo di accumularsi le acque della prima giornata con quelle della seconda, o di altre, le quali troveranno già smaltite le precedenti.

N.° 24.

Si compisce il presente Articolo de' Piani della Marina con indicare que' provvedimenti, che paiono necessarj per adattare i presenti Canali all' esigenza delle acque nuove. E tali provvedimenti poco discordano da' rimedj da me proposti. È stata da me proposta la riduzione, e slargamento della Fossa delle Quindici insieme con quella della Trogola, che va addirizzata, e dilatata; ed il sig. Zanotti per cautela maggiore propone la stessa riduzione nella Fossa della Burlamacca.

Nell' idea generale della mia Relazione io ho sempre dichiarato, che vanno premessi i lavori di prima costruzione, per adattare poi con maggiore certezza, ed economia gli altri lavori di secondaria costruzione, per i quali avremo una guida più sicura, ch' è quella dell' immediata esperienza. In rapporto a' lavori della Marina quelli di prima costruzione, sono il ramo del Canale nuovo dalla foce di Bilbano, sino al Lago di Maciuccoli, lo slargamento e profondamento della

Fossa delle Quindici, l' addirizzamento e dilatazione della Fossa Trogola, e finalmente la sua nuova cateratta, com' è stato già detto. Ho considerato che le acque riunite in un canale lo tengano vie più espurgato, ed operoso. Ho rilevato che le espansioni invernali formano un vasto Canale per portare tutte le acque al Portone della Burlamacca, e che perciò in tale contingenza inutili sono gli altri Canali. Quando poi le acque rimangono incassate, cioè quando sono terminate le invernali escrescenze, sarà allora svanito ogni timore de' Possessori, i quali vedranno che un solo Canale di doppia, e tripla larghezza, che non è il Canale sotterraneo alla foce di Balbano, è sufficientissimo per tenere operose le foci de' loro scoli.

Quando però sia eseguito il nuovo Progetto, l' esperienza ci aprirà una luce chiara, e sicura. S' essa ci mostrerà insufficiente l' opera di un solo Canale, allora vi sarà tempo di ridurne un secondo, ed un terzo. Allora vi sarà tempo di formare degli argini alla strada Francesca, e dove bisognasse. Allora si vedrà se convenga sbassare, o no la soglia del Portone della Burlamacca, come ancora la soglia della Parabola.

A tal partito mi ha spinto il doppio pensiero dell' economia, e della sicurezza delle operazioni secondarie. Troppo vi è da riflettere, da misurare, e da fantasticare per i lavori fondamentali, componenti il nuovo Ozzeri, e suo prolungamento sino al mare. E quando si volessero rivolgere le nostre cure a certi dettagli, e minuzie per dare un compimento a tutto questo sistema Idraulico, forse il tempo non basterebbe per tutte le nuove perizie, che converrebbe aggiungere alla prima, e forse ancora con tutto lo studio che vi si impiegasse, converrebbe poi sul fatto modificare molte operazioni secondarie, per meglio adattarle a' dettami della immediata esperienza.

N.° 27.

Cade sulle stesse riflessioni quanto si aggiunge al numero 27 intorno a qualunque accidente impensato, nel quale fossero esposte alle inondazioni le nuove bonificazioni situate a Levante della via di Montramito, nel qual caso si propone gli opportuni rimedj degli argini, a' quali si penserà quando l' esperienza ce ne mostrasse la necessità. Mi farò lecito soltanto di accennare, che altri provvedimenti vi sono di efficacia, e sicurezza maggiore quando le combinazioni delle acque nuove l' esigessero. Poichè rimangono ancora dopo tutti i riflessi già fatti due altre operazioni, che sono state da me taciute perchè non mi parevano necessarie in riguardo a tante dimostrazioni apportate sul tenuissimo aumento di altezza, che farebbono le acque nuove sopra le presenti.

Quando però tale altezza riuscisse più sensibile, che non è stato calcolato tanto da me, che da' due chiarissimi Professori, non è l' Idraulica tanto povera di compensi da non potere supplire al caso affatto inopinato.

Vi sarebbe allora il primo reale compenso di ricevere dalla foce di Balbano le acque nuove con un canale destinato unicamente alle medesime per andarle a depositare in una foce particolare sotto la Burlamacca, assai d' appresso al mare di Viareggio. Così le acque trascorrerebbero non solo senza offesa di veruno, ma ancora senz' alcun timore di danno, apportando nel tempo medesimo un insigne benefizio al piccolo Porto così geloso della Repubblica.

Non meno sarebbe certo ed indubitato l' altro metodo di arginare con piccoli arginelli i terreni coltivati di quella Pianura, formandovi tre o quattro caterattini, i quali, si serrassero nelle pochissime giornate delle straordinarie piene del nuovo Ozzeri, e poi immediatamente si aprissero dopo una o due giornate di tempo, come si fa in tante campagne adiacenti al fiume Arno, al Serchio, e a tanti altri fiumi.

Esige però la prudenza economica che nella prima costruzione di questa grande operazione si tenga il metodo più semplice, indicato nella mia Relazione, che ci ripromette tutta la felicità del successo senza spese ulteriori. E quando poi una tal felicità non reggesse a tanti, e così diversi argomenti, allora l'aggiungere cinque o sei mila scudi di più per uno de' due compensi straordinarj, sarebbe quasi un nulla rispetto all' impresa totale.

Io però mi sono astenuto, e mi astengo adesso ancora di proporre nuove operazioni, credendole premature, ed amando meglio di adattarle più alla certa esperienza de' fatti, che alla pura immaginazione degli accidenti meramente possibili.

Lo stesso dico intorno al rialzamento della via di Montramito. Tutto può farsi con mediocrissima spesa sulla scorta de' fatti medesimi.

N.° 28.

Terminate già le riflessioni intorno ai Canali della marina di Viareggio, si fa ora passaggio al calcolo della spesa, ed in questo primo numero si accenna che il prezzo medesimo di una crazia per braccio cubico, rispetto ai lavori Bolognesi, competerebbe soltanto ad una tale profondità, rispetto alla quale i Fossaioli potessero gettare la terra con un semplice scaglio sulla sponda del Fosso. Che se ora voglia paragonarsi il prezzo Toscano in somigliante circostanza, si rileverebbe, ch' esso non oltrepasserebbe giammai il valore di quattrini due per braccio cubico. Sopra di che io potrei citare un gran

numero di escavazioni da me fatte in Canali di circa br. 6. di larghezza, e altezza corrispondente ad un semplice scaglio, nelle quali escavazioni il prezzo è stato valutato, e pagato sulla regola di quattrini due. E ne potrei addurre per esempio l'escavazioni fatte della Molla, e del Fosso Martello, e del Fosso Tanaro, e di altri somiglianti nella pianura di Grosseto, e di Castiglione. La qual cosa è tanto certa, ed indubitata che mi sarà lecito di fissare questo prezzo per una massima fondamentale delle stime.

Se adunque vorrà istituirsi un paragone tra i prezzi Bolognesi, e quelli della Toscana, converrà sempre fare un ribasso nella ragione del 5 : 2 relativamente all'escavazioni del terreno. Essendo dunque di opinione il sig. Eustachio, che il prezzo alle maggiori altezze debba salire quasi a crazie due, fatto il già detto ribasso tornerebbe il prezzo della Toscana a ragione di quattrini quattro per ogni braccio cubico, cioè assai meno che non è quello da me adoprato di quattrini cinque. Sicchè in ordine alla ricubatura del terreno non pare che abbia luogo quel ricrescimento già ideato dal chiarissimo Autore.

Quanto poi egli soggiunge intorno alla particolare difficoltà de' terreni più tenaci, ne' quali con la pura vanga non possa distaccarsi la terra indurita, la quale avrebbe bisogno dell' opera de' zapponi, mi sembra un' avvertenza giustissima, la quale avrà luogo in molta parte del nostro Canale aperto, ed appunto per questo non solo si ricresce il prezzo sino a quattrini cinque, ma può ancora ricrescersi sino a soldi due, senza che ne succeda lo straordinario sbilancio del doppio. Concluderemo adunque che tutte le partite, che saranno raddoppiate nel calcolo del menzionato Autore, debbano ribassarsi nella ragione del 10 : 5, ovvero in quella del 10 : 6.

N.° 29.

Si passa immediatamente in questo numero alla fabbrica della Botte sotterranea sotto il Serchio, per la quale formasi un calcolo indiretto, paragonando una tal opera con la Botte sotterranea fabbricata, non è molto, sotto il fiume Bolognese, chiamato *Idice*.

Mi paiono però troppo palesi le differenze che corrono tra l'una e l'altra Botte, per poterne dedurre la minima conseguenza.

La prima, e principale differenza si è quella che confessa lo stesso Autore, cioè che la detta Botte dell' Idice fu fondata sopra un terreno *labile* e *marciò*, e che perciò fu necessaria una densa, e profonda platéa di pali per assicurare tal fabbrica. Mi è succeduto appunto lo stesso caso nelle due cateratte da me fabbricate in bocca del Lago di Bientina. Sono stato ancora io costretto a formare la detta

platéa di profondi pali per assicurare l' impresa; e perciò posso con la mia esperienza assicurare, che questa specie di fondamento costa almeno cinque volte di più, che non costano i fondamenti ordinarj, ne' quali si fonda con un semplice sterro, ovvero qualche fila di pali si adopera solamente sotto alle muraglie, come precisamente accaderà nella Botte sotterranea del Serchio. Sicchè se nel paragone della Botte sotto l' Idice si facesse per quella del Serchio in ordine a fondamenti un ribasso nella ragione del 5 : 1, io non so qual conseguenza ne venisse, cioè se essa fosse contraria, o favorevole all' importare di questa fabbrica, e ciò tanto più vale, quanto che per l' ordinario i fondamenti di tali opere Idrauliche costano più della metà delle fabbriche medesime.

La seconda differenza consiste in quel dispendioso rinfianco di Barbacani distanti l' uno dall' altro braccia 2 ½, come lo confessa lo stesso Autore; e tali Barbacani saranno stati fondati con palizzate assai più profonde della platéa, giacchè dagli appoggi esteriori di un edifizio dipende la stabilità del medesimo. Nulla di questo esterno rinfianco occorrerà nella Botte sotto il Serchio, la quale cadendo alla profondità di 13 in 14 braccia sotto l' alveo, potremo ben figurarci, che le due muraglie laterali essendo appoggiate a densissime ghiaie, non esigeranno certo la dispendiosa dentellatura de' Barbacani.

La terza differenza consiste nel numero degli archi, essendo nel Serchio un arco solo, e sotto l' Idice se ne asseriscono due. Il pilastro intermedio, che dee essere munito di buon pietrame, e che dee sostenere il corso delle acque a destra, e a sinistra, porta un lavorò così straordinario, che non può in veruna maniera confondersi con la generale ricubatura delle muraglie.

La quarta differenza consiste nella figura delle due Botti, la prima delle quali è di figura concava, dovendosi abbassare sotto l' alveo del fiume, e poi risalire da una parte e dall' altra sulla superficie della campagna adiacente, che dee scolare le sue acque; laddove la Botte del Serchio è rettilinea, considerandosi come una continuazione del Canale sotterraneo, e perciò la sua costruzione riuscirebbe di una grandissima facilità, rispetto alla prima. La concavità di questa ha dovuto obbligare l' Architetto Bolognese primieramente ad una straordinaria grossezza della volta per poter reggere all' interna spinta delle acque, che vengono compresse e sospinte dalle due altezze laterali, che salgono alla superficie della campagna. E tal circostanza è così considerabile, che io nella visita fatta al Brentone Padovano ho ritrovata crepata nel mezzo una delle due Botti sotterranee, che ivi sono destinate al passaggio delle acque della campagna adiacente dalla destra alla sinistra. Inoltre ha dovuto l' Architetto Bolognese murare perfettamente i rinfianchi delle due volte. E finalmente ha

dovuto ricoprire di grossi lastroni la schiena della stessa Botte, e questi pure aggrappati di ferro, o di rame, giacchè dovendo sopra trascorrervi le piene del fiume, esse senza una tal cautela attaccherebbero la schiena della Botte, e presto disfarebbero la fabbrica, che senza una forte coperta non resisterebbe mai al urto delle maggiori, ed ancora delle minori escrescenze.

Non servono forse tutte queste differenze tra una fabbrica e l' altra per far comprendere all' ultima evidenza, che la prima non è paragonabile alla seconda? E che perciò niuno argomento convincente potrà dedursene per pronosticare l' importare della Botte del Serchio, la cui volta dee essere di lavoro ordinario senz' alcun lastrico, e senza alcuna straordinaria grossezza, restando essa sotto l' alveo del fiume niente meno di braccia 6.

Non giova il dire che nella generale ricubatura della fabbrica sotto l' Idice, siano stati già compresi gli enunciati capi di lavoro, giacchè tutti questi sono di prezzo straordinario, e può dirsi più che doppio della comune ricubatura do' muramenti. Tale dee dirsi lo straordinario ingrossamento del voltone: tale il pilastro intermedio: tale il forte lastricato, ch' è un' opera dell' ultima importanza per bene assicurare la Botte.

Molto meno serve il diminuire i prezzi nella ragione del 3 : 2, giacchè una tal diminuzione non solamente non giunge a coprire il divario de' prezzi locali, ma molto meno a coprire quel risalto di prezzi, che viene in conseguenza della figura concava del lavoro Bolognese.

Considerando adunque tutte queste differenze, mi perdonerà il chiarissimo Autore se io ingenuamente avanzo la proposizione, che non potendo mai paragonarsi un lavoro con l' altro, mancando quella omogeneità indispensabile al paragone, e che in conseguenza quel salto di spesa dagli scudi 12832 da me calcolati, sino agli scudi 22667, a cui si fa salire la Botte del Serchio, non ha quel fondamento che richiedesi in calcoli somiglianti.

N.° 31.

Non dovendosi abbandonare il pensiero della navigazione non può mai l' altezza della Botte ridursi alle braccia 4 $\frac{1}{2}$, come accennasi in questo numero, giacchè indipendentemente dalla navigazione, secondo le buone regole dell' arte, le sponde delle muraglie vanno tanto rialzate finchè pareggino l' escrescenze delle acque, le quali non debbono mai attaccare la volta, come certamente farebbono, se essa si abbassasse sino alle braccia 4 $\frac{1}{2}$ rispetto al fondo. L' altezza dell' acqua nel condotto sotterraneo è stata da me supposta di braccia 3 nè

in questo discorda il chiarissimo Autore. Se dunque l' altezza totale fosse di braccia 4 $\frac{1}{2}$, e se si tolga il rigoglio dell' arco, che sarebbe almeno di braccia 2 $\frac{1}{3}$, ne resterebbe l' altezza delle sponde di braccia 2 $\frac{1}{6}$, invece delle braccia 4 col suo collarino, come descrivesi nella mia Relazione, sicchè le acque che si gonfierebbero a braccia 5, e che forse in certe straordinarie escrescenze giugnerebbero a braccia 4, verrebbero ad urtare la maggior parte della volta, non solo sulla impostatura, ch'è gelosissima, ma eziandio su di una buona parte del suo sesto, il quale certo non può essere separato dal pericolo della volta medesima, la quale è fatta per coprire il condotto, e non già per sostenere gli urti importuni dell' escrescenze del fluido. Indi è che ancora senza l' oggetto della navigazione, riesce indispensabile tutta l' altezza di braccia 6 $\frac{1}{3}$, la quale potrebbe ancora avanzarsi a braccia 7 secondo le sperimentali circostanze del Lago.

N.° 32.

Seguendo l' Autore la ricerca della spesa, fa rilevare in questo numero, che dovendosi scavare un Canale aperto laterale di braccia 350 di lunghezza, con la profondità di braccia 18, deducesi la somma di questa operazione secondaria, a tenore del calcolo dell' Autore, di scudi 2625, i quali sottratti dal valore della Botte, lascerebbero solamente l' importare di scudi 10207. La oscurità di qualche mio periodo nel proporre il Fosso laterale per divertire le acque dall' alveo del Serchio, avrà dato occasione al chiarissimo Autore di pigliare l' equivoco sulla profondità di braccia 18; ma trattasi qui non già di smaltire le acque sotterranee per eseguire il lavoro della Botte, le quali hanno tutt' altro sfogo, secondo la mia Relazione all' Articolo XII; ma trattasi solamente di divertire le acque estive del fiume Serchio, tagliando il suo argine al detto punto, e formando un Fossone per divertire le sue acque verso l' Ozzeri. Un tal Fossone adunque dee passare per la superficie della Campagna laterale per imboccare nel presente Ozzeri, ch' è poco lontano, e perciò la sua profondità non potrà essere mai di braccia 4, e quando a tanto giugnesse, troppo siamo lontani dalle braccia 18, sulle quali l' Autore ha disteso il suo calcolo; il quale correggendo, e supponendo che le sezioni siano simili, dovremo ribassare il prezzo nella ragione de' quadrati delle altezze, i quali sono come il numero 81 al numero 4, essendo il primo il quadrato del 9, ed il secondo il quadrato del numero 2. Perciò lasciate le altre ipotesi dell' Autore, e mutando solo la profondità, la spesa sarebbe di scudi 518. Ma essa in realtà sarà sempre minore, non solamente perchè in questo caso la profondità media non giungerà a braccia 4, ma ancora perchè il prezzo di una

erazia a braccio cubico in sì piccola profondità riesce eccessivo. Sia però comunque si voglia, la spesa di scudi 518 sarà sempre tenue a paragone della già calcolata.

N.° 33.

Ritornando in questo numero di bel nuovo all' importare della spesa, e cumulando insieme la spesa della Botte sotterranea, e quella di tutte le altre parti del lavoro, stabilisce il degnissimo Autore un ricrescimento nella ragione del 10 : 23, abbracciando insieme tanti lavori eterogenei fra di loro, cioè escavazione di Canali sotterranei, fabbrica di pilastri, di mura, e di volte per sostenerli, fabbrica della Botte sotto il Serchio, costruzione de' pozzi ec., i quali veramente sono di categorie tanto disparate, che io non so come mai possa farsi in adattare a tutti un ricrescimento uniforme nella sopraddetta ragione del 10 al 23. Pure nondimeno, così è stato fatto, e con tale ricrescimento si fa ascendere la spesa totale a . . scudi 246034.

N.° 34.

Vero è che lo stesso modestissimo Autore, non accorda neppur egli tutta la certezza al suo metodo indiretto, e se io mi avanzo a dire che quel ricrescimento è più ideale, che reale, forse non molto discorderò dai moderati sentimenti dell' Autore, il quale si contenterà che io gli faccia riflettere, che questa sua somma così conteggiata è molto più alta, che non è la stima de' Periti della Repubblica, quantunque egli si esprima, dicendo: *Che gl' Ingegneri della Repubblica anzi che diminuire, abbiano studiosamente accresciute le spese, e che per isfuggire l' estremo del difetto, siano dati in quello dell' eccesso*. Ragionerò sopra tale articolo nelle seguenti mie riflessioni; ma per ora mi giova di anticipare un paragone, che fa piuttosto rilevare l' eccesso delle spese del sig. Eustachio. Poichè è vero che detti Periti supponendo la larghezza del Canale sotterraneo di braccia 10, quanto essi credono adattato alla navigazione, abbiano calcolata la somma di . . . . scudi 278000. escluse le operazioni della marina. Ma egli è certo altresì che riducendo una tale larghezza a quella di br. 7, l' importare delle spese sarà sempre minore della somma conteggiata dal degnissimo Autore. Poichè diminuendo la loro somma nella ragione del 10 al 7 resterebbero soli . . . scudi 194600. che restano al di sotto del conteggio dell' Autore di scudi 51434.

Se adunque eccessivi sono stati giudicati dal medesimo i prezzi de' Periti della Repubblica, quanto più dovranno dirsi eccessivi i

di lui conteggi, secondo i quali l'importare sarebbe maggiore di scudi 51434, fatta che sia la riduzione dal 10 al 7, riduzione affatto indispensabile per togliere quelle ricubature di muri, di volte, di terreno scavato ec. che sono di più sopra la mia dimensione di braccia 7.

Che se poi vogliano aggiungersi gli altri lavori de' Paduli della marina, i detti Periti fanno salire la spesa totale nel modo che si dirà.

Riflessioni intorno a' Computi della spesa fatti dai Periti della Repubblica.

Nelle riflessioni tanto savie del sig. Eustachio sopra il calcolo della spesa trovo citati alcuni fogli di stime di lavori, che mi sono stati somministrati da' signori Deputati. In questi fogli si espongono due calcoli, il primo de' quali è adattato ad un Canale navigabile, ed il secondo ad un semplice Fosso di scolo della larghezza di sole braccia 4, mentre al primo accordasi la larghezza di 10 in 11 braccia.

La spesa del Canale navigabile separatamente da quella dei Paduli di Marina si fa ascendere a . . . . scudi 278736.

E compresi i sopraddetti lavori detta spesa sale a scudi 298736.

Non può certamente dubitarsi nè della esattezza delle misure de' Periti della Repubblica, nè della qualità de' loro conteggi, e soltanto potrebbe nascere difficoltà intorno alle stime de' prezzi. Si sa che queste stime hanno una certa latitudine, ed ordinariamente si distinguono in tre classi, cioè nelle stime alte, nelle basse, e nelle mediocri. Tutta la difficoltà dell' arte Architettonica, e Idraulica non in altro consiste se non che in un giudizio pratico, e prudente per adattare e proporzionare ciascuna classe a ciascuna qualità di lavoro. E siccome i due limiti delle stime assai spesso differiscono notabilmente, non essendo raro il caso, che la minima alla massima sia come il 3 al 4, e qualche volta ancora come il 2 al 3; indi è che con la diversa applicazione delle stime, al dato caso possono sorgere discrepanze notabili nelle stime de' Periti. Così spiegasi la notabile differenza di tre valori differentissimi, il primo de' quali è rappresentato nella mia Relazione; il secondo nelle riflessioni del sig. Eustachio; ed il terzo ne' conteggi degl' Ingegneri Lucchesi.

Poichè dipendendo il tutto dalle stime, ed applicandosi queste assai diversamente ne' lavori piccoli, e ne' lavori di grande vastità, indi è che dalle diverse applicazioni ne nascono prezzi, e somme differentissime.

Comunque siano regolati detti prezzi, ed applicazioni de' Periti

della Repubblica, dee sempre far gran colpo alle Persone di buon criterio che il prudentissimo sig. Eustachio, avvezzo per altro agli esorbitanti prezzi Bolognesi, nella sua conclusione parlando appunto del calcolo de' sopraddetti Ingegneri asserisce, che i loro prezzi sono eccessivi, com' è stato detto nel testo sopraccitato. Un tal giudizio di un professore così cauto m' induce a credere, che i Periti della Repubblica non già per lo studio di aumentare le somme, ma bensì per l' applicazione del più alto limite de' prezzi da essi creduto adattabile alle circostanze presenti, abbiano realmente ecceduto nel fare salire la spesa totale quasi a scudi 300 mila.

La lunga esperienza di anni 25 impiegati in vastissimi lavori di campagna, molti de' quali sono omogenei ai lavori del nuovo Progetto, mi ha somministrato quasi tutti i prezzi tassati nella mia Relazione.

La lunga esperienza pure mi ha persuaso, che ne' lavori grandiosi, anzi che crescere, diminuiscono piuttosto le stime de' lavori ordinarj, e comuni; e ciò non solamente perchè l' Impresario di un gran lavoro di qualche genere particolare, qual sarebbe una grande escavazione, facilmente si accomoda ad un discreto rilascio, che qualche volta giunge alla quarta parte del totale, ma ancora perchè le stesse macchine, le stesse trombe, gli stessi legnami, le stesse centine senza nuova spesa vanno in opera più e più volte, quando in un piccolo lavoro la spesa degl' attrezzi, e preparativi cade sul medesimo.

Lo stesso gran numero di lavoranti somministra un coraggio, ed una emulazione dell' uno con l' altro, che in un piccolo lavoro due muratori con tre o quattro manovali languiscono nella taciturnità, e spesso ancora nell' ozio.

Succede pure che in un vasto lavoro si gode di abbondanza di materiali già scavati, i quali però in un lavoro comune conviene pagarli a caro prezzo. Per somiglianti ragioni ho creduto giusto nella mia Relazione di attenermi a' prezzi mediocri, dichiarando di non avere avuto in mira, se non che il giusto, evitando le due opposte estremità dell' eccesso, e del difetto.

Passando ora a considerare la distinzione, che fanno i Periti della Repubblica tra un Canale di puro scolo di br. 4 di larghezza, ed un Canale navigabile di br. 10, mi sembra di dover confessare, che nel caso del nostro progetto non saprei approvare nè il primo, nè il secondo, parendomi il primo troppo angusto, non solamente per l' effetto del navigare, ma eziandio per l' indipensabile prontissimo scolo del lago di Bientina, e delle adiacenti pianure della Repubblica frapposte da una parte tra il Lago, ed il Serchio, e per l' altra tra lo stesso Serchio, ed i Monti sovrastanti alla marina di Viareggio. Nel

che mi rimetto a quanto è stato da me divisato negli articoli antecedenti.

Similmente è dimostrato, che la larghezza uniforme di br. 10 non è necessaria nè per il pronto smaltimento delle acque, nè per il comodo della navigazione, supponendo questa adattata alle circostanze del commercio locale, del quale è suscettibile la città di Lucca col piccolo Porto di Viareggio. Dovendo adunque evitare questi due estremi, riesce indispensabile una riduzione ben fondata a tutti que' calcoli fatti dagl' Ingegneri della Repubblica. Come mai una tale riduzione potrà meglio farsi, se non che assumendo una dimensione media fra le due ipotesi, e questa sarà che in vece delle br. 4, le quali peccano per difetto, ed in vece delle br. 10, che si risentono dell' eccesso, si pigli una misura intermedia, e questa sia di br. 7, che appunto corrono di mezzo tra le br. 4, e le 10, e che corrispondono alla larghezza assegnata nella mia Relazione.

Ora si suppongano per un momento le stime de' Periti, le quali con ogni buona apparenza credonsi eccessive, e con tale supposto si calcoli la spesa media tra li . . . . scudi 133000.
e li . . . . scudi 278000.

La loro somma ascenderà a . . . . scudi 411000.
La cui metà sarebbe . . . . scudi 205500.

Una tal somma dee dirsi e considerarsi come la media tra le due ipotesi de' Periti, essendo essa relativa alla media larghezza di br. 7 del nuovo Canale dell' Ozzeri. Comprendesi adunque che, ritenendo ancora le svantaggiose stime de' Periti, ritenendo tutte le loro dimensioni, siamo nondimeno troppo lontani dagli scudi 300 mila, e molto ancora ci discostiamo dagli scudi 246034 adottati dal sig. Eustachio, per mezzo di calcoli indiretti, e non molto adattabili alle circostanze del nuovo Canale.

Riflettasi di più, che con la riduzione della somma media, calcolata da' Periti della Repubblica, i due estremi della spesa si sono molto accostati tra di loro, non essendo ora mai più quistione della differenza, che corre tra li scudi 125000, e li scudi 300000, differenza che darebbe assai da pensare se sussistesse. Ma non così accaderà ne' due nuovi limiti degli scudi 125000, e gli scudi 205500, col riflesso particolare, che questi ultimi paiono meritevoli di una riduzione, più per il grave giudizio del sig. Eustachio, che per la mia autorità.

Qualunque siasi questa riduzione, della quale ragionerò nel seguente Articolo, potrà sempre il nostro spirito rientrare in calma, avendo una morale certezza che il vero importare dell' opera grandiosa non giungerà ai sopraddetti . . . . scudi 205500

Tal somma, benchè avvantaggiata, quando ancora si accordasse per mettersi sempre più al coperto, non solamente sul valore delle stime, ma eziandio su i casi delle impensate disgrazie, detti volgarmente *casi fortuiti*, essa nondimeno non sarebbe niente indiscreta rispetto agli acquisti, e vantaggi tanto del Pubblico, che de' privati Possessori.

Qual possa essere il calcolo della spesa ricrescendo le mie stime sino a certi limiti probabili.

In tutta la mia Relazione, e particolarmente nell' Articolo XVII, le stime di ciascun capo di lavoro sono state da me regolate a prezzi mediocri confacevoli ad un lavoro grandioso, qual è quello del nuovo Ozzeri.

Nel presente Articolo per assicurare, e calmare le menti de' Ministri della Repubblica, mi è caduto in pensiero di ripigliare da capo tutti i capi di lavoro, e delle stime, adattando alle medesime alcuni ricrescimenti sino ad un certo limite, che potrà umanamente godere di una qualche probabilità. E quando ciò avrò eseguito parte per parte, allora il risultato totale potrà considerarsi come il limite della spesa, che possa dirsi adattabile alla qualità, e quantità degli occorrenti lavori.

Questo è l' unico metodo per venire in chiaro della verità del presente Problema. I metodi indiretti mi paiono insufficienti, come già ho rilevato, e come ne sospetta ancora il cautissimo sig. Eustachio. Conviene contraporre misura a misura; conviene paragonare una stima con l' altra; conviene assegnare qual partita del mio calcolo sia difettosa. Si sa che la spesa totale è in ragione composta delle dimensioni, e de' prezzi. Se adunque vuole asserirsi, che la spesa debba essere maggiore della calcolata, il vero metodo per uscire da tal laberinto, altro non è che di esaminare le dimensioni, ed i prezzi partita per partita.

Ripigliando pertanto le partite de' computi della mia Relazione, tornerò di bel nuovo a discuterle. Vi farò quegli aumenti, che si rapportano al limite superiore della spesa. E finalmente dalla somma delle partite discusse, e ridotte, ne nascerà la vera spesa di questo nuovo progetto.

Prima partita intorno alla escavazione del traforo sotterraneo del Monte di Balbano.

La prima partita che si presenta nella mia Relazione al numero 4 dell' Articolo X, si è quella della spesa occorrente per scavare il

traforo sotto il Monte di Balbano, secondo le dimensioni già fissate in larghezza, ed in altezza, sulle quali non trovo fatta difficoltà. Detta sezione è stata rappresentata nella Tavola II. in cui la larghezza si fa di braccia 7, l'altezza delle due muraglie di br. 3, e quella del rigoglio di br. 3 $\frac{1}{3}$, che in tutte formano br. quadrate 38 di sezione.

La materia escavabile, la qual'è di tre qualità, cioè di masso, di galestro, e di tufo è stata ridotta a due soli prezzi, cioè al prezzo del masso, ed a quello del tufo. E benchè apparisca sulla faccia del luogo che il tufo, ed il galestro si estendano per una lunghezza maggiore di quella, che porta il vivo masso, contuttociò per favorire la spesa è stato supposto, che la metà del viaggio sotterraneo possa cadere nel vivo masso, e l'altra metà nel tufo, e galestro.

L'escavazione del masso è stata regolata sulla stima di soldi 12 per braccio cubico, e quella del galestro di soldi 5; e detta stima è appoggiata ad una lunga mia esperienza di anni dieci, ne' quali avendo fatto sbattere più milioni di braccia cubiche di masso, e di galestro, è stata regolata, ed effettuata la stima a' predetti due prezzi. Per altro potrebbe valutarsi una particolare circostanza nella escavazione del traforo, cioè ch' essa si fa non già in uno spazio libero ed aperto, come succedeva nella strada Reale Pistoiese, ma bensì in un luogo racchiuso, ch' esige cautela maggiore per adattarsi alla destinata sezione. Merita tal circostanza qualche particolare considerazione, per la quale potrebbesi aggiungere il quarto di più per toccare il limite della spesa.

Essendo adunque nella mia Relazione fissato il prezzo del masso a ragione di lire 28. 12 per ogni braccio andante, aggiungendo al medesimo la sua quarta parte, ch'è di lire 7. 3, avremo il nuovo prezzo del limite a ragione di lir. 35. 15.

La sua asportazione, ch' era stata giustamente valutata a ragione di soldi 3, si aumenti liberamente del terzo, e perciò saranno soldi 4.

Così la somma della escavazione del masso, e suo trasporto tornerebbe a ragione di lire 37. 13 per ogni braccio andante.

Similmente il prezzo del tufo, ch' era stato regolato con lire 11. 8. accrescasi di una sua quarta parte.

Sicchè per il masso sarà a . . . . lir. 37. 13. —
E per il tufo a . . . . ,, 14. 5. —

Sarà adunque la somma di . . . . lir. 51. 18. —
E perciò il medio valore a . . . . ,, 25. 19. —

Essendo la lunghezza misurata per il detto traforo di br. 3376 sarà il suo prodotto di . . . . lir. 87607. 4. —

Segue la partita della escavazione de' pozzi, la quale veramente non pare che possa estendersi oltre a soldi 15 per braccio cubico; ma quando per un eccesso vogliano presupporsi di soldi 20, si altererebbe il prezzo del terzo di più del già calcolato, e perciò invece di . . . . lir. 3060. 15. —
Aggiungendovi . . . . „ 1020. 5. —

Si formerà la nuova partita di . . . . lir. 4081. — —

Resta l'ultima partita degli utensili, delle burbere, ed altri attrezzi, la quale a mio giudizio è maggiore del vero, e perciò si tralascerà, come giace nella mia relazione. Onde le nuove partite per il traforo di Balbano saranno:

I. Per l'escavazione, e trasporto delle materie	lir.	87607.	4.	—
II. Per la formazione de' pozzi	lir.	4081.	—	—
III. Per le macchine, ed attrezzi	lir.	3200.	—	—
Totale della spesa	lir.	94888.	4.	—
Che fanno Fiorentini	scudi	13555.	3.	4.

È stato avvertito nella mia Relazione, che potrebbe star bene una sezione minore nel traforo di Balbano con la larghezza di sole braccia 6, e con la volta ellittica, o della mia ovale architettonica, e con ciò si farebbe un notabile risparmio, il quale per ora potremo trascurare, trovandoci noi nel sistema di fissare non già il limite inferiore, ma bensì il superiore dell' importare della spesa. Non è per altro che le braccia 6 di larghezza, non siano sufficienti tanto per il felice scolo dell' acque, quanto per una navigazione adattata al commercio locale della Repubblica. Ma di tale larghezza di br. 7 approvata già dal chiarissimo Autore è stato ragionato negl' Articoli antecedenti, e particolarmente in quello della navigazione.

Della seconda partita di spesa per l'escavazione del nuovo Ozzeri dal Monte di Balbano sino alla vicinanza del fiume Serchio.

Il presente articolo sarà riguardato come il più malagevole di tutti gli altri, trattandosi di un condotto sotterraneo in un terreno affatto incognito, e trattandosi inoltre di profondità tanto considerabili, quanto è quella di br. 25 alla mia verticale di numero 117, la quale poi in vicinanza del Serchio riducesi a quella di br. 15 $\frac{1}{4}$. Potrà leggersi nella mia Relazione, che attesi i prezzi correnti, e fissati alla profondità di br. 14 corrisponde l'uguaglianza della spesa

tra il Condotto murato, ed il Canale aperto, e perciò dalla verticale di numero 117 sino a quella di 103 è stato da me proposto il Condotto sotterraneo, anteponendolo all' aperta escavazione, non solo per l'eccesso della spesa in questa seconda, quanto per la perdita di una estensione di terreno non indifferente alle circostanze del territorio Lucchese.

E giacchè è stato da me considerato, che nella incertezza in cui siamo sulla qualità, e consistenza delle materie sotterranee, possa seguirsi prudentemente l'ipotesi di dividerle in tre classi, la prima delle quali esiga un Condotto continuato di un totale muramento per la fragilità del fondo, l'altra una semplice escavazione per la durezza e stabilità delle materie assodate ed agglutinate, e l'altra finalmente di mezza consistenza, e di muramento interrotto, applicandolo solo ne' punti più fragili, la medesima ipotesi dovremo seguire in questo nuovo conteggio sembrandomi, che altra non ve ne sia di maggiore probabilità.

Riguardo a queste tre classi di terreno, quello del tufo combina precisamente nella stessa categoria già considerato sotto il Monte di Balbano, giacchè il tufo appunto coincide con quella classe, che non può esigere alcun muramento, presupponendosi il terreno consistente per se medesimo. E perciò essendo la stessa sezione del Condotto, con la stessa larghezza, con lo stesso rigoglio, con l'area medesima, il prezzo aumentato sarà come dianzi, cioè a ragione di lire 14. 5 per ogni braccio andante.

L'articolo più scabroso, e più dispendioso si è quello di un Condotto continuatamente murato con due muraglie laterali, e con la sua volta della figura ovale. L'importanza di tale articolo merita una particolare analisi.

Analisi del Condotto murato.

Si cominci in quest' analisi dall' escavazione, e trasporto del terreno, il quale qui supponendosi fragile, l'escavazione sarà pur facilissima, e il trasporto sarà il medesimo, che in tutte le altre materie. La sezione sarà alquanto maggiore, essendovi di più lo spazio occorrente per le mura laterali, e per la volta, e perciò potrà accrescersi di più della sezione ordinaria, ch' è di braccia quadrate 38 sino alle braccia quadrate 48, e così a soldi 3 il braccio cubico saranno soldi 144 cioè lire 7. 4.

Il fondamento delle muraglie laterali, che finalmente non in altro consistono che in puro smalto, il quale al più può valutarsi a ragione di lire 1 il braccio cubico, supponendo la profondità di br. 2, tornerà a ragione di lire 4 per braccio andante.

L' altezza delle sponde laterali è stata fissata di braccia 3, e la qualità del muramento è assai comune, ed ordinaria, purchè la superficie sia composta di sasso di buona facciata.

La superficie della sezione delle due mura sarà di braccia 6, ed il prezzo de' detti muri concedasi ancora a ragione di crazie 18, che per le due muraglie ascenderà a lire 9 per ogni braccio andante.

Resta l' importare della volta, la quale avrà la grossezza di un mezzo braccio, e più non esige, purchè il lavoro quadro sia ben cotto, e ben murato.

Il perimetro della volta nel suo sesto riesce tra le braccia 10, e le 11, e così suppongasi di braccia 10 ½, che a lir. 3 il braccio, ch' è un quarto di più dell' ordinario importerà lir. 31. 10.

Se per ogni braccia 20 di lunghezza vorrà farsi una serra murata di grossezza braccia 1, di larghezza braccia 7, e di profondità braccia 2, la qual serra distribuita così di tratto in tratto, impedisca le corrosioni dell' acqua corrente, questa al più potrebbe importare lir. 10, e perciò per ogni braccio andante, essendo la distanza di braccia 20, potrà importare a ragione di soldi 10 il braccio. Le partite adunque, secondo la presente analisi, che io credo regolata sul limite superiore della spesa, saranno come segue.

I. Per l' escavazione, e trasporto della materia	lir.	7.	4.	—
II. Per il fondamento delle muraglie laterali	„	4.	—	—
III. Per il valore di dette muraglie	„	9.	—	—
IV. Per la volta, e rinfianchi	„	31.	10.	—
V. Per le serre	„	—	10.	—
Totale del condotto murato	lir.	52.	4.	—

Una tal partita paragonata a quella della Relazione, trovasi molto ricresciuta per due ragioni, primieramente per l' aumento fatto al valore della volta, ed inoltre per il prezzo delle muraglie notabilmente aumentato: ma pure accordisi questo risalto di spesa alla maggiore sicurezza della presente operazione.

La classe del puro tufo è stata fissata a ragione di	lir.	14.	5.	—
La somma sarà di	lir.	66.	9.	—
La classe media sarà	„	33.	4.	6.

Così le tre partite saranno

La prima del condotto murato	„	52.	4.	—
La seconda, ch' è la media	„	33.	4.	6.
La terza, ch' è la minima	„	14.	5.	—

La somma delle tre partite sarà di . . . . lir. 99. 13. 6.
che dovendosi dividere per 3 per ottenere il
prezzo medio ragguagliato, questo sarà di lir. 33. 4. 6.

Comprendesi da chiunque, che un tal valore medio paragonato a quello della Relazione, ch' è di lir. 22 a braccio andante, lo supera di lir. 11. 4. 6, cioè più della metà del valore già calcolato.

La lunghezza di tal condotto sotterraneo è di br. 8093, il cui prodotto per il nuovo valore sarà di . . . . lir. 268889. 18. 6.

Alla qual partita poi va aggiunta quella già calcolata per i pozzi corrispondenti a tutta questa lunghezza di condotto sotterraneo, la qual partita era stata calcolata di lir. 3060, ma quando ancora voglia avérsi la circospezione di aumentarla un altro migliaio di lire importerà . . . . lir. 4060. — —

E perciò il totale di questo lungo ramo di condotto sotterraneo giungerà a . . . . lir. 272949. 18. 6.
Che fanno Fiorentini . . . . scudi 38992. 5. 18. 6.

Non occorre qui fare il calcolo comparativo tra il Canale aperto, ed il Condotto murato, il quale nella mia Relazione non è disteso per altro, se non che per fare comprendere la grand' economia, che si ottiene col metodo del Condotto sotterraneo, abbandonando in questo tratto il metodo del Canale aperto, giacchè, secondo il calcolo già fatto, il Condotto aperto costerebbe almeno scudi Fiorentini 61230.

Senza fare alcun aumento ne' prezzi, e perciò nel metodo del Condotto sotterraneo, vi si trova un risparmio almeno di scudi 22238. Che se un aumento proporzionale s' introducesse nella partita dedotta dalla *tavola* delle ricubature, vi si scorgerebbe il cospicuo risparmio di scudi 35000 circa.

Terzo Articolo di spesa intorno alla Botte, o Condotto sotterraneo, che dovrebbe passare sotto l' alveo del Serchio.

Di questa partita è stato bastevolmente ragionato nelle risposte date al sig. Eustachio, dimostrando in esse la debolezza del metodo indiretto, e la mancanza di quella analogia, che dee correre fra due fabbriche, il cui importare volesse paragonarsi.

Mi sono qui solamente riservato a fare alcune riflessioni su tale articolo di spesa.

E primieramente chi sa, che essendo noi arrivati alla verticale 103 in vicinanza del fiume si ritrovasse il terreno tanto indurito, e consistente, che potesse riuscire di passare sotto il Serchio, continuando sempre la sotterranea escavazione, come dee essere stato praticato dal Monte di Balbano, sino alla detta verticale. Chi sa che le antiche ghiaie del Serchio non si trovino sufficientemente indurite, ed agglutinate insieme, come tante se ne scorge nelle antiche alluvioni de' fiumi. Chi è mai che passando dalla Posta di S. Casciano, a quella di Tavarnelle per la via di Siena, non abbia osservate le immense ghiaie indurite, quantunque esse si trovino negli strati superficiali de' poggi intermedj? Quante ghiaie indurite ho mai io incontrate nel tagliare i poggi, ed i monti, nel dare il transito alla strada Pistoiese? Tutti i poggi laterali alla Lima, ed al Sestaione sono in gran parte composti di dette ghiaie, che certamente sono state depositate da questi fiumi, quando essi scorrevano sulla superficie de' monti, cioè più migliaia di anni prima del tempo presente.

Ritornando al nostro Serchio, il sotterraneo condotto passerebbe più e più braccia sotto l'alveo presente del fiume. Per la qual cosa solamente non è impossibile, ma eziandio riesce assai verisimile, che le materie antichissime del fiume siano state già addensate, e per dir così cementate con quello stesso glutine di tante altre ghiaie da me accennate. Ora se mai un tale accidente avesse luogo in quel profondo, ciascuno bene comprenderà, che la spesa delle br. 200, e ancora 300 di simil Condotto, non eccederebbe il calcolo comune valutato a ragione di lir. 33. prezzo medio; e quando ancora convenisse trascegliere il sommo prezzo di lir. 52, e ancora di 60 per ogni braccio andante, comprendendovi muraglie, volta, serre ec., viene a dedursi che un tal lavoro non oltrepasserebbe la spesa di lir. 18000, che è tenuissima in rapporto alla spesa calcolata per detta Botte.

Ma giacchè in tale accidente non è vestito di alcun grado di certezza, e piuttosto apparterrebbe al limite infimo delle spese, e non già al sommo, ch' è lo scopo presente, io mi atterrò alla spesa già calcolata nel mio Articolo XII, e senza dilungarmi in tante partite conteggiate in detto Articolo XII, mi contenterò di aumentare della sua quarta parte il totale della spesa ivi calcolata, ch' è di scudi Fiorentini 12832. 5. 15, e così con detto aumento collocheremo questa partita sul limite superiore della medesima di scudi Fiorentini 16041. 0. 3. 9.

Or nella mia Relazione del 1763 fu fatto da me un calcolo esattissimo della medesima Botte, regolata però con la sua figura concava a somiglianza della Botte sull' Idice. Detta Botte fu disegnata a due luci, fu calcolata con volta di straordinaria grossezza, le fu addossato un carico, e lastrico conveniente a simili Botti, com' è stato detto. Le

sue due luci componevano la larghezza di braccia 12, mentre la presente di una sola luce è di braccia 7. Ripassando io que' calcoli vi ho rilevati i prezzi più alti, e pure con tale altezza di prezzo, con tali vantaggiose dimensioni, con luci tanto maggiori il risultato della mia Perizia non oltrepassa li scudi 22000, ai quali paragonando la già detta partita di scudi 16041. 0. 3. 9, indi ne nasce un nuovo argomento per credere piuttosto eccessiva la detta partita nuovamente accresciuta sino a scudi 16041. 0. 3. 9: tanto è vero, che nelle presenti riduzioni addittive, io mi sono attenuto, e mi attengo più in là, che si possa verso il più alto limite del dispendio.

Della quarta partita delle spese sul secondo ramo del nuovo Ozzeri dall' Argine sinistro del Serchio, sino alla dirittura di Ponte Maggiore.

Quali siano i diversi calcoli, e le diverse ipotesi per la escavazione di questo secondo ramo di canale, potrà ciascuno consultarlo nel mio Articolo XIII. L' ipotesi delle scarpe naturali del Canale aperto, con l' interposizione di due banchine, supponendo il fondo di larghezza braccia 8, combina in se medesima le più vantaggiose condizioni, e l'importare di questa ipotesi e stato dedotto di . . lir. 433375. -- -- che fanno Fiorentini . . . . scudi 61910. 5. --

A tal partita è stato poi adattato il rilascio della parte decima per le ragioni, che sono state addotte nella Relazione; ma per accostarci sempre più alla presente idea del limite superiore, sia omesso un tale rilascio, ed oltre di questo la detta partita si aumenti nella ragione del 5 : 6, la quale è fondata su' prezzi Bolognesi, ridotti a prezzi Toscani, il tutto secondo le opinioni del sig. Eustachio, come già è stato rilevato. Con tale aumento l' escavazione, ch' era stata ragguagliata a ragione di crazie una il braccio cubico, resterà aumentata sino a soldi 2, e perciò invece di . . . . scudi 61910. 5. -- avremo il limite di . . . . scudi 74292. 6. --

Tralascio di farne il confronto col Condotto sotterraneo, che potrebbe formarsi invece del Canale aperto. Forse detto Condotto costerebbe meno, ed infatti nella mia Relazione è stato calcolato per la presente linea a . . . . scudi 54483. -- --
Al quale anco volendo accordare lo stesso ricrescimento del 5 : 6, importerebbe . . . . scudi 65379. 4. 4.

E di più si acquisterebbe una larga striscia di terreno coltivato, la quale sarebbe sacrificata alla ipotesi del Canale aperto. La

scelta fra le due ipotesi dipenderà da' saggi particolari del terreno, che gl' Ingegneri esecutori dovranno praticare prima d'ingolfarsi nell' opera, ed io intanto registrerò la partita più cospicua degli . . . . scudi 74272. 6. —

Quinta Partita di spese per il terzo, ed ultimo ramo del nuovo Ozzeri fino al Lago di Sesto.

Per le ragioni, e regole già esposte nell' antecedente partita, servirà che la spesa calcolata nell' Articolo XIV, senza accordare alla medesima il minimo ribasso, che certamente offerirà qualunque facoltoso Impresario, si adoperi il medesimo ricrescimento di prezzo da quattrini 5 a quattrini 6.

Essendo pertanto questo ultimo ramo dell' Ozzeri stato calcolato . . . . scudi 18132.

Lasciando la piccola frazione, quando vi si adatti il riferito ricrescimento, formeranno allora . . scudi 21758. 2. 16.

Aggiungasi ancora a tal partita quanto si aggiunge nel citato mio articolo per le aggottature, ed altri incomodi, che potessero sostenere i Fossaioli nella gran vicinanza del Rogio, e del Lago, e tal partita sarà di . scudi 500.

E perciò il totale sarà . . . . scudi 22258. 2. 16.

Prima di oltrepassare alle altre partite di spesa, mi credo in dovere di far rilevare ai Deputati, e Ministri della Repubblica quanto io ho largheggiato nelle dimensioni di tutto il Canale aperto dal punto del Serchio fino al Lago di Sesto. Poichè potendo io prevalermi di una minore larghezza di fondo, senza offendere la sostanza del progetto, pure ho voluto accordare alla larghezza del fondo braccia 8. Riflettasi inoltre, che questa tale larghezza a diverse profondità dell' acque, porta un'altra larghezza ragguagliata, ch' è quella che regola l' area della sezione del fluido; così quando la profondità di esso sia di un braccio, allora la larghezza ragguagliata sarà di braccia 9.

Quando la profondità del fluido giugnerà a braccia 2, allora la larghezza ragguagliata sarà di . . . . . . 10.

Quando nell' escrescenze fosse la profondità di braccia 3 giugnerebbe la detta largezza a . . . . 11.

Che se mai nelle piogge le più stravaganti, e continuate, la profondità di dett' acqua giugnesse a braccia 4, allora dovendo superare le due banchine viene a dedursi la larghezza ragguagliata di . . . . 13.

Sicchè le larghezze ragguagliate incominciando dalle braccia 9 anderebbero dilatandosi in diverse stagioni dell' anno dalle braccia 9 sino alle 13.

Al contrario nella Botte sotto il Serchio, ed in tutto il rimanente del Condotto sotterraneo sino alla foce di Balbano, la larghezza sarà sempre costante di braccia 7, giacchè essendo verticali, e non già inclinate le due muraglie, la larghezza non potrà mai nè crescere, nè scemare. Onde rendesi visibile l' eccesso della dimensione, ed in conseguenza della spesa per le abbondanti dimensioni del fondo.

Che se ora la detta dimensione della larghezza dalle braccia 8, si riducesse alle 6, esaminiamo quali conseguenze ne discenderebbono. Allora le larghezze medie, e ragguagliate sarebbono come siegue:

1. Per l' altezza dell' acqua di braccia 1. . braccia 7.
2. Per l' altezza di braccia 2. . . . . „ 8.
3. Per l' altezza di braccia 3. . . . . „ 9.
4. E per l' ultima straordinaria di braccia 4. . . „ 11.

Fatta adunque quella riduzione, che certamente può farsi, le sezioni del Canale aperto nel primo braccio di altezza di fluido, sarebbono uguali a quelle del Condotto sotterraneo; poi nella seconda, terza, e quarta altezza di fluido, le sezioni uguali del Canale aperto sarebbero sempre maggiori.

Questa sola riduzione farebbe un risparmio di più e più migliaia di scudi, come potrebbe dimostrarsi, e nondimeno essa è stata da me tralasciata per facilità, ed abbondanza maggiore; e quando nell'atto dell'esecuzione essa volesse introdursi, questo sistema Idraulico poco, o punto ne resterebbe alterato.

Della sesta partita di spesa relativa alle operazioni de' Canali della Marina di Viareggio.

Nel mio Articolo XV. viene destinata la spesa, che occorre nel Piano della Marina, nel primo ramo del Canale dalla foce di Balbano, sino al Lago di Macinccoli; nel secondo ramo da detto Lago, sino alla Trogola; e finalmente nell'ultimo ramo della Trogola medesima.
Queste tre partite sommano . . . . lir. 16287. 10. —
Che sono Fiorentini . . . . scudi 2326. 5. 10.

In queste tre partite non solamente non vi compete verun aumento di prezzo, anzi per buona regola vi occorrerebbe una diminuzione almeno come il 5 : 3. La ragione si è, perchè il prezzo di quella facilissima escavazione è stato da me fissato in proporzione di crazie una per braccio cubico, quando realmente qualunque camerata di buoni Fossaioli, piglierebbe in cottimo quella escavazione a

soldi uno per braccio cubico, e ciò per la piccola altezza delle sponde, le quali non esigono che una sola spalatura.

Sicchè lasciando stare la partita come giace nella mia Relazione, essa dovrà considerarsi come superiore a qualunque limite, onde sarà come dianzi di . . . . scudi 2326. 5. 10

Tralasciasi la spesa de' ripari del piccolo Porto di Viareggio, giacchè essa niente appartiene al nuovo progetto dell' Ozzeri, e dovrà sempre aver luogo o si eseguisca, o no il medesimo progetto.

RECAPITOLAZIONE.

Delle diverse partite, secondo il limite già colcolate per le medesime.

	scudi	lire	soldi	den.
I. Per il Traforo del monte di Balbano, escavazione de' pozzi, e provvista di attrezzi, secondo l' art. X. della mia Relazione, scudi	13555.	4.	4.	—
II. Per il Condotto sotterraneo del nuovo Ozzeri dalla estremità del monte di Balbano, sino alle vicinanze del fiumo Serchio, secondo le dimensioni, ed ipotesi della mia Relazione all' articolo XI. . . . . ,,	38992.	5.	18.	6.
III. Per la Botte sotterranea, che dee passare sotto il fiume Serchio, compresi i preparativi, il muramento della Botte, e tutte le altre operazioni susseguenti, secondo le dimensioni dell' articolo XII. della Relazione, e la Tavola IV. . . . . ,,	16041.	—	3.	9.
IV. Per il secondo ramo del nuovo Ozzeri dall' argine sinistro del Serchio, sino alla dirittura di Ponte Maggiore, per le ipotesi, e conteggi dell' articolo XIII. della detta Relazione ,,	74292.	6.	—	—
V. Per il terzo, ed ultimo ramo del nuovo Ozzeri, sino al fondo del Lago di Bientina, secondo i conteggi, e dimensioni dell' articolo XIV. della stessa Relazione con suo aumento . . . . ,,	21758.	2.	16.	—
Per aumento fatto nel detto articolo a motivo delle aggottature, che accaderanno . . . . ,,	500.	—	—	—
Somma scudi	165140.	5.	2.	3.

	scudi	lire	soldi	den.
Somma addietro . . . . . scudi	165140.	5.	2.	3.
VI. Per le operazioni da farsi in tutto il Piano di Maciuccoli, dal traforo di Balbano, sino al mare, cioè per il primo Canale della foce di Balbano, sino al Lago di Maciuccoli, per la riduzione della Fossa delle Quindici, e per la dilatazione della Fossa della Trogola, secondo la descrizione che se ne fa nell'Articolo XV. della citata Relazione . . scudi	2326.	5.	10.	—
Sarà dunque il totale . . . scudi	167467.	3.	12.	3.

Questo, secondo me, è il limite superiore delle spese occorrenti per la giusta, e regolata esecuzione del vegliante progetto, al quale limite non potranno mai giugnere le somme da destinarsi per il medesimo progetto. Il che quando io asserisco, intendo sempre di dichiararmi, che non vi è limite alcuno, se mai nell'esecuzione di opera si grande potesse aver luogo o l'infedeltà, o la trascuratezza, o l'inesperienza degl'immediati Ministri destinati alla esecuzione. Conviene, che le operazioni siano fatte in tempi e modi opportuni; che non accadano sviste da rovinare un pezzo di lavoro; che le direzioni del Condotto sotterraneo non siano aberranti, com'è succeduto nel Condotto sotterraneo del Piano del Lago di Siena; che i lavori siano antecipati, o posticipati l'uno rispetto all'altro, secondo le vere leggi della Economia, e della Idraulica: che le nuove livellazioni per fissare tutti i Capisaldi siano dell'ultima precisione; che non si eseguisca a giornata que' capi di lavoro, che meritano l'altro vantaggioso metodo del Cottimo. In una parola, che tutto il sistema sia eseguito con quell'ordine, con quell'armonia, con quell'amministrazione economica, che essendo proprio di qualunque operazione, riesce molto più indispensabile in un grandioso lavoro.

Io son persuasissimo, che tutte le qualità necessarie per la retta, ed economica esecuzione di questa impresa, riseggano ne' signori Deputati, e negl'Ingegneri della Repubblica, e perciò la mia protesta, che certamente sarebbe necessaria in altre diverse combinazioni di altri stati, non avrà forse luogo nelle circostanze, in cui trovasi la Repubblica, ma essa intendasi unicamente fatta per una soprabbondante cautela.

Di altri capi di lavoro non calcolati, e non bene calcolabili.

Pensando, e ripensando a tutta la serie de' lavori componenti questo

nuovo sistema Idraulico si vedono venire alla luce altri articoli secondarj di lavoro, che non sono stati inclusi in alcun calcolo, e che pure esigono tutta la considerazione del Perito.

La prima partita consiste nel rialzamento degli argini del vecchio Ozzeri, affinchè possano contenere le acque delle maggiori escrescenze del fiume Serchio, senza far trabocchi nelle adiacenti Campagne.

La seconda consiste in alcune piccole chiaviche, che sono necessarie per far passare l' acqua de' Piani dalla sinistra alla destra dove occorresse per ottenere l' intento di risanare ancora quelle poche Pianure, che restano alla sinistra del vecchio Ozzeri.

La terza spesa consiste nell' adattare le Fosse maestre di tutta la pianura Lucchese tanto inferiormente, che superiormente al Serchio, affinchè le acque della Campagna possano felicemente scolare nel nuovo Ozzeri, con un corso moderato senza cagionare al medesimo delle dannose deposizioni.

La quarta partita consiste nelle assistenze degl' Ingegneri, ed aiuti, la quale nella lunghezza del tempo riesce sensibile.

Una quinta partita competerà a certe straordinarie aggottature dentro il condotto sotterraneo, giacchè le acque delle sorgenti dovranno sempre scolare per l' alveo inferiore già compito, dal quale dee cominciare l' opera. Pure nondimeno si danno alcuni casi, ne' quali per liberare i lavoranti dal guazzo delle acque, gioverà una piccola aggottatura.

E finalmente non sarà indifferente la spesa per elevare nel tempo medesimo in molti pozzi le acque delle loro scaturigini, che saranno sempre pronte ad infestare il lavoro. Per la quale operazione merita di essere considerato, che per affrettare l' esecuzione del lavoro sotterraneo, non si potrà sempre ottenere lo scolo per la foce di Balbano, giacchè converrà lavorare in molti pozzi nel tempo medesimo.

A tal effetto converrà elevare più volte le acque de' pozzi con trombe prementi, le quali per quanto si eseguiscano con ogni risparmio, portano nondimeno una partita di spesa.

Ma perchè giova assai per le risoluzioni da pigliarsi per la esecuzione di questo nuovo sistema, che non potendosi avere il preciso, propongasi almeno un' idea non molto distante dalla vera, perciò io mi ardirò di proporre, che per avventura serviranno per tutti questi capi di spese altri scudi 32533, i quali uniti al totale della spesa di scudi 167467, giungeranno finalmente alla somma di scudi 200000, li quali possono per ora almeno considerarsi per quel limite che si desidera.

CONCLUSIONE

Rispetto all' importare della spesa.

Or quando tutta la spesa giungesse a' sopraddetti scudi 200000, la quale confronterebbe col valore medio delle due ipotesi de' Periti della Repubblica, sarà però sempre vero esser questo un oggetto certamente piccolo rispetto al capitale, che col nuovo sistema acquisterebbe il Pubblico, ed i privati, il quale acquisto valutasi almeno di un milione, e mezzo di scudi. Così adunque l' erario della Repubblica acquisterebbe il 7 ½ per 1. Ma intorno a tale risultato, occorrerà ragionare più lungamente, quando si giugnerà alla conclusione, che da tutta la sua perizia deduce il chiarissimo signor Eustachio, alle cui riflessioni farò ritorno dopo una lunga digressione de' miei conteggi.

N.° 36.

Incominciansi da questo numero le riflessioni sopra il Porticciolo di Viareggio, del quale io ho brevemente ragionato nel mio Articolo XVI, nel quale è stato proposto il rialzamento della muraglia sinistra del Molo, giacchè io medesimo mi sono imbattuto ad osservare, che in una furiosa tempesta della notte antecedente le onde burrascose del mare cavalcando detta muraglia, avevano trasportate delle arene copiose sull' inferiore marciapiede, e tali arene erano trascorse nel Canale del piccolo Porto, come ocularmente osservavasi. Non posso adunque comprendere, che potendosi con un rialzamento di muro di circa br. 2 di altezza, e di lunghezza poco più delle 80 braccia, impedire efficacemente il visibile passaggio delle sabbie del mare, non pare che un tal rimedio il più palpabile di tutti gli altri, possa incontrare la minima difficoltà. Le burrasche scommuovono il fondo del mare, ed i colpi dell' onde, ne trasportano le sabbie dov' esse arrivano. Un tal trasporto nel caso nostro è visibile. Or tali sabbie si fermeranno nello stesso Canale, ed allora lo danneggeranno co' loro depositi; o esse resteranno trasportate dalla corrente fuori del Porto, ed allora resteranno depositate in que' punti, dove la stessa corrente ha già perduto quasi tutto il suo moto. E chi sa che una parte de' scanni misurati alla bocca del Porto, non debbano in qualche parte riconoscere le loro altezze, dal presente trasporto della sabbia dentro il Canale. Condannasi giustamente quel curioso riparo dello Zendrini in faccia al Molo della forma di un Cappello, ch' è stato disapprovato prima nella dotta Relazione del sig. Tommaso Narducci, poi nella Perizia del signor abate

Boscovich, indi nella mia, e finalmente nel presente Esame del degnissimo Autore.

N.° 37.

Sembra che in questo numero il chiarissimo Autore intenda di ragionare di quella palizzata, o guardiano, ch'era stato proposto sopra vento alla distanza di un mezzo miglio nelle Riflessioni del chiarissimo sig. abate Boscovich, del quale bastantemente ho ragionato nella prima parte di questa mia Informazione. Quel sorrenamento del quale io ho ragionato, che in pochi anni giugnerebbe sino alla testata di quel Pennello, si è appunto la difficoltà che muove il chiarissimo Autore contro la costruzione di quella palizzata.

N.° 38.

Oltrepassa poi lo stesso Autore all'altro mio provvedimento, detto da me *il Contramolo*, al quale quantunque egli non si opponga, contuttociò pare che troppa fede abbia accordato ad un certo Perito condotto seco dal Bargello di Bologna per visitare il Lago di Castiglione sull' oggetto di una nuova Pesca. Tal Perito adunque *trovandosi un giorno sul Molo di Castiglione vide accostarsi una Tartana, che volendo entrare nel Porto, per quanti sforzi facesse non potè mai riuscire*. Un tal fatto sarà verissimo, ma sarà altresì vero che questa Tartana, che dicesi piccola, era una di quelle che venivano a caricare legnami, e carboni per il Genovesato, che non sono mai entrate nel Porto di Castiglione a memoria di uomini, e di scrittori.

Non so poi quanto sia vera l'altra parte del racconto, cioè che avendo il Perito interrogato qualcuno del Paese, gli fu risposto, che dopo la costruzione del Contramolo erasi ridotto il Canale in quella infelice situazione. Lascerò giudicare a chicchessia, se un accidentale discorso di una o due persone, forse ignorantissime, trovate a caso da un Perito che va in cerca d'anguille, sia sufficiente per verificare se la situazione di quel Porto dipendesse dall'opera del Contramolo. Quando dee giudicarsi di simili operazioni, conviene prima verificare i fatti, e poi cercare le vere cagioni.

Falsissimo è il fatto avanzato, non solamente perchè io ho veduto co' miei occhi naufragare più di un Navicello, mentre forzavasi di entrare nell'antico Porto; ma ancora perchè col confronto degli antichi, e moderni scandagli apparisce tutto il contrario, cioè che prima de' nuovi Moli era quasi serrata l'imboccatura del Porto, mentre ora è sempre aperta alle Barche minori. Si è data pure la straordinaria contingenza, ch'essendo mancata negli ultimi tre anni 1778,

1779, e 1780 la corrente della Fiumara per la gran siccità di que' paesi, che certamente può dirsi inaudita, una tale circostanza ha favorito qualche deposizione di sabbia affatto indispensabile, quando le onde burrascose trovano nel Canale ogni mancanza di movimento.

Che poi la cagione di un tale straordinario accidente, non possa attribuirsi al sopraddetto Contramolo, deducesi con l'ultima evidenza dalla continua osservazione fatta da tutti prima di quel nuovo Braccio, cioè ch' essendo la laterale spiaggia molto sottile, ed essendo ancora l'angolo di detta spiaggia con la direzione del Canale, piuttosto minore di gradi 45, si vedevano ocularmente trapassare le arene della spiaggia sull' alveo della Fiumara, quando con l' insuperabile ostacolo del Contramolo, le dette sabbie si vedono arrestate addosso al medesimo; la quale circostanza se il Perito Bolognese avesse da se osservata, pochissimo caso avrebbe fatto delle inutili ciancie di qualche persona volgare.

Gli stessi equivoci accaderebbero se io, o altri portandosi ad osservare i nuovi Canali della bonificazione delle valli Bolognesi, interrogassero il primo Villano, che in essi si abbattesse, e sentendo da esso decidere sul fatto, e sulle cagioni, si credessero autorizzati a stabilire sul giudizio di un idiota il pronostico degl' infelici effetti della nuova bonificazione.

Parlando poi per la verità è così lungi, che il secondo Molo di Castiglione possa indurre alcun dubbio sull' operazione nel piccolo Porto di Viareggio, che anzi al contrario essa sempre più ne assicura il buon esito. Ce lo persuade l' analogia delle circostanze; poichè se il secondo Molo di Castiglione ha impedito effettivamente il trasporto della sabbia laterale nella Fiumara di Castiglione; non altrimenti il Contramolo di Viareggio farebbe il medesimo ostacolo, e ciò per l'osservazione da me fatta di un moto vorticoso, che accade quando le onde del mare si portano a percuotere la ripa destra, giacchè in tal percossa i galleggianti, e le arene si vedevano accostare alla spiaggia, e poi ritornare indietro alla punta del Molo destro, strascinando nel medesimo quanto in tal corrente imbattevasi nel loro vorticoso movimento.

Merita qui di essere rammentato quanto io nella prima Informazione ho rilevato intorno ad un mio sospetto, cioè che il troppo sollecito avanzamento de' due Moli possa favorire il moto progressivo delle due spiagge a destra, ed a sinistra, che molte contemplazioni può somministrare ad un Filosofo osservatore.

N.° 40.

Eccoci alla conclusione non solamente del degnissimo Autore, ma

altresì di questa mia qualunque siasi Informazione intorno alle riflessioni de' due Professori.

Io sono di opinione che quando i Ministri della Repubblica, messi da parte tutti i conteggi, tutte le discussioni, tutte le teorie, tutte l'esperienze citate nelle tre Relazioni, altro non facessero che leggere attentamente la savissima Conclusione del sig. Eustachio, questa sola lettura servirebbe per avere il vero prospetto, ed i veri colori della presente grandiosa intrapresa, e per formare così il più maturo, e fondato giudizio sull'esecuzione del medesimo. Che se io mi farò lecito di aggiungere qualche breve riflessione di più, ciò sarà per raccogliere in un sol punto di vista quanto è sparso in varie parti delle tre Relazioni.

Dirò adunque primieramente, che dette tre Relazioni sono perfettamente concordi nell'assicurare con ogni maggiore asseveranza, e certezza i punti sostanziali della presente bonificazione.

Esse assicurano in primo luogo, che i mali sempre maggiori, a' quali sarebbe soggetto il Territorio della Repubblica, saranno totalmente troncati, e dileguati nel tempo futuro.

Assicurano il grandioso acquisto tanto dalla parte della Toscana, quanto dalla parte Lucchese di una gran vastità di terreni ricoperti, ora sotto acque ben profonde del Lago. E se lasciando a bella posta un piccolo Lagacciuolo, esso è destinato per depurare, e chiarificare le acque torbide, che scendono da' Torrenti contigui, come pure per dare un certo sfogo, e respiro alle acque del nuovo Ozzeri, che così con placidezza, ed equabilità maggiore anderanno a scaricarsi alla foce di Balbano.

Non meno assicurano il totale risanamento di tanti terreni palustri, che costeggiano il presente Lago.

Non meno il bonificamento di tante Pianure, le quali restano parte a destra, e parte a sinistra del fiume Serchio, le quali sono ora soggette alle più importune inondazioni, che bene spesso fanno perire le prime semente, obbligando l'afflitto Colono a spargervi le seconde.

Assicurano pure l'innocente passaggio di queste acque nuove a traverso a' bassi Piani della Marina di Viareggio, offerendo più e più compensi valevolissimi a togliere non dirò il danno, ma ancora il sospetto del medesimo.

È finalmente assicurano, che da queste acque nuove, un nuovo e particolare benefizio ne risentirà la foce di Viareggio, la quale dalle forze vive di quelle acque, sarà liberata almeno da una buona parte de' suoi sorrenamenti, e de' suoi scanni.

Di tutti questi insigni vantaggi, non si muove alcun dubbio nelle tre Relazioni; secondo esse vien pure assicurata la fisica eseguibilità

di tutte le operazioni, che occorreranno al compimento dell' opera.

Esse concordano pure nelle principali dimensioni, e Capisaldi di questo sistema Idraulico.

Primieramente nell' impostare l' imboccatura delle acque in quel punto del Lago di Bientina, che resta sopra la comune Orizzontale braccia 11 $\frac{1}{4}$.

Secondariamente nel tenere la foce del nuovo Ozzeri sotto il Monte di Balbano braccia uno sotto la stessa Orizzontale.

In terzo luogo, nell' ammettere piuttosto, come soprabbondante la pendenza del nuovo Canale, a ragione di 93 centesime di braccio per ogni miglio. Sicchè non sarà mai pericolo, che con tal pendenza resti ingombrato, e sorrenato il fondo del detto canale.

In quarto luogo, nel seguitare la larghezza del Canale nuovo di braccia 7 dove esso corre sotterraneo, e quella di braccia 8 dove rimane aperto attraverso alla campagna.

In quinto luogo, nell' approvare la posizione, la figura, ed il metodo ancora destinato alla costruzione sotterranea della Botte del Serchio.

E finalmente in tutte le altre parti dell' opera, cioè ne' pozzi, nella direzione, e lunghezza del Canale sotterraneo, ne' canali da ridursi, e addirizzarsi ne' piani della Marina di Viareggio, ed in tutte le altre parti dell' opera.

Che se in alcune parti secondarie, incontrasi qualche varietà di opinioni nelle tre perizie, queste o sono indifferenti rispetto all' esecuzione, o si risolvono con risposte le più evidenti, o si rimettono alla decisione dell' esperienza, quando fosse eseguito il progetto. Ed affinchè non siano dissimulate le proposte difficoltà, esse saranno enumerate nell' epilogo seguente.

PRIMA DIFFICOLTA'

Intorno alla navigazione del nuovo Ozzeri.

Discordi sono i pareri intorno a questa navigazione, poichè l' Autore delle Riflessioni la promuove come un' opera *preziosa*. L' Autore dell' Esame positivamente l' esclude, specialmente con l' argomento delle scarse profondità delle acque ne' mesi estivi, le quali, secondo lui, si riducono a once 8 del braccio Lucchese.

Ma è stato evidentemente risposto, che modificando le di lui ipotesi, sempre però con ragionevoli fondamenti, la detta profondità riesce maggiore giungendo ad un intero braccio, e superandolo ancora di qualche oncia.

E stato risposto che secondo le nuove leggi appoggiate da me sulla

immediata esperienza, senza alcuno influsso d' ipotesi dubbiose, la profondità sarà maggiore di un braccio.

È stato rilevato, che le dimensioni del canale combinate con la profondità del fluido, e col metodo di navigare, esercitato nella provincia di Val di Chiana, senza aggiungervi alcuna spesa di più, sono bastevolissime al felice discarico dell' acque, e ad un barcheggio adattato, che può farvi la Repubblica.

E finalmente per togliere qualunque replica si è concluso in questo articolo secondario, che sia costruito il nuovo Canale senza interporvi ostacolo alcuno, e che poi la esperienza maestra di tutte le cose c' insegnerà se questa navigazione sia utile, o no, ed in qual maniera possa praticarsi.

SECONDA DIFFICOLTÀ.

Sulle abbondanti ed eccessive pendenze.

Vorrei che qualunque perizia Idraulica patisse la difficoltà, che si muove sull' eccesso delle cadute. Poichè se queste riuscissero scarse, l' arte umana non ha argomenti, e compensi per impedirne gli effetti perniciosi. E questi consistono nell' ingombro, e sorrenamento dell' alveo, finchè esso non sia elevato a quell' acclività, che la provida natura ha destinata a quella tal portata di acque, ed a quella tal torbidezza delle materie terrose, o arenose, o ghiaiose, che dal fluido vengono strascinate. Ed al contrario quando in realtà la pendenza fosse eccessiva, prontissimi sono i rimedj per moderarla, bastando molte volte uno, o due tavoloni incastrati con opportuni canali per moderarne la caduta.

Ma se vogliano contemplarsi le vere leggi della natura, da essa osservate in molti fiumi da me livellati, e citati, è stato dimostrato, che tal pendenza di 93 centesime di braccio per miglio non sia punto eccessiva, ma che sia adattissima alle acque, ed alle materie, che possono introdursi nel Canal nuovo. Tutto questo però dipende ancora dall' esperienza.

TERZA DIFFICOLTÀ.

Intorno al tempo che mettono le acque per passare dal Lago di Sesto, alla foce di Balbano.

È stato calcolato dall' Autore dell' Esame il tempo necessario, perchè le acque del Lago di Sesto si portino nel Lago di Maciuccoli, e Canali inferiori. Un tal tempo a me sembra eccessivo sul riflesso, che

crescendo più rapidamente in avvenire le acque del Lago di Sesto per la minore superficie, sulla quale si spanderebbero, perciò più celere sarà l' alzamento delle acque nel canale, ed in conseguenza ancora più celere il loro corso per il nuovo Ozzeri. Dipendendo adunque un tal problema dall' elemento a noi ignoto sulla superficie del futuro Lagacciuolo, il miglior partito sarà quello di rimettersi alla esperienza, poichè o il corso delle acque procederà con lentezza maggiore, ed allora maggior respiro avranno l' acque, che dovranno attraversare i Paduli, ed i Piani della Marina di Viareggio: o il sopraddetto corso riuscirà più veloce, ed allora otterremo l'altro vantaggio di un più pronto discarico dell' acque del Laghetto di Sesto, e luoghi adiacenti.

QUARTA DIFFICOLTA'

De' Canali intersecanti i bassi terreni della Marina di Viareggio.

Intorno alle operazioni della Pianura di Viareggio, il chiarissimo Autore delle Riflessioni se ne rimette in tutto, e per tutto a' provvedimenti proposti nella mia Relazione, mentre l' Autore dell' Esame propone di più la riduzione del Canale della Burlamacca, ed altri rimedi secondarj. Senza impacciarsi nella discussione di questi, facil cosa sarà di attendere il consiglio dell' esperienza e del fatto, il quale ci farà conoscere se la riduzione del Canale delle Quindici, e della Fossa Trogola, sia sufficiente al pronto scolo delle acque. E se mai non lo fosse, saremo sempre in tempo d' intraprendere la nuova escavazione della Burlamacca, lo sbassamento della soglia de' Portoni, e quanto altro soggiunge il degnissimo Autore.

QUINTA DIFFICOLTA'

De' ripari nel Porto di Viareggio.

Il presente articolo è totalmente estraneo al progetto del nuovo Ozzeri, pure nondimeno vuolsi accennare ancora il diverso parere delle tre Relazioni, per servire di regola al mantenimento del piccolo Porto.

L' Autore delle riflessioni propone solamente un Pennello, o Guardiano posto sopra vento alla distanza di un mezzo miglio dal detto Porto. Si muovono però de' dubbj assai forti sugli effetti del detto Pennello, o sia Guardiano.

Nella mia Relazione è stato proposto un rialzamento della muraglia sinistra del Porto, per impedire il passaggio delle sabbie nel

Canale in tempo di burrasca. E su tale operazione non nasce la minima difficoltà.

Era stata pure da me proposta l' operazione di un Contramolo, la quale non si esclude dall' Autore dell' Esame, ma soltanto si accenna un' altra operazione somigliante a questa nel Porto di Castiglione, il cui effetto si mette in dubbio. È stato però un tal dubbio totalmente risoluto, non solo con la verità de' fatti, ma eziandio con l' evidenza delle ragioni.

SESTA DIFFICOLTA'

Intorno alla spesa del Progetto.

La maggiore difficoltà, che possa incontrarsi, è relativa all' importare della spesa per eseguire il nuovo Progetto. Su tale articolo l' Autore delle Riflessioni pienamente se ne rimette alle Perizie formate, tanto nella mia Relazione, quanto ne' conteggi de' Periti della Repubblica.

Al contrario il chiarissimo sig. Eustachio propone (sempre però con qualche dubbio) un metodo affatto indiretto per calcolare la spesa, paragonandola all' escavazioni Bolognesi; ed in ordine alla Botte sotto del Serchio, facendone confronto con la Botte fabbricata sotto il fiume Idice Bolognese. Con tali rapporti egli fa ascendere la spesa a scudi 246634. Ma è stato rilevato, che non essendovi alcuna omogeneità ne' termini che vogliono paragonarsi, e specialmente nelle due Botti sotterranee che si mostrano di differentissima costruzione, è stato dedotto in questa mia informazione, che tal metodo indiretto è dubbiosissimo per la ricerca presente.

I Periti della Repubblica nelle due ipotesi maneggiate, cioè in quella della larghezza del Canale di br. 4, e nell' altra della larghezza di br. 10 in 11, hanno calcolato il primo importare di scudi 133300.
E nella seconda ipotesi di . . . . ,, 278000.

Ma siccome la vera dimensione del Canale di br. 7 confermata nelle altre due Relazioni, sta di mezzo tra le 4 e le 10 braccia, così desumendo il valor medio, questo sarebbe . . scudi 205500.

In tal disparità di spesa è stato da me preso il partito di sottoporre a nuovo calcolo tutti i capi de' lavori occorrenti, facendo ad essi un ricrescimento di prezzo, che tocchi il limite più alto della spesa, ed inoltre aggiungendovi altre partite di lavori secondarj, che nella mia Relazione erano stati trasasciati. E con tal metodo diretto l' importare della spesa ascenderebbe a scudi 200000, che

molto si accosta al valore medio de' Periti della Repubblica. Con tali nuovi conteggi vi è una morale sicurezza, che il sommo valore giunga sino a detti scudi 200 mila.

Ma quando mai per impensati, e stravaganti accidenti, i quali la mente umana non può mai prevedere, detta spesa ancora oltrepassasse il limite già calcolato; quando vi si aggiungessero di più per inaudite, e fatali combinazioni molte migliaia di scudi, un tal risalto non può mai distogliere i Ministri della Repubblica dalla pronta esecuzione del Progetto, il cui acquisto nel solo territorio Lucchese, importa niente meno che un miglione e 400 mila scudi, come è stato diligentemente calcolato da' Periti della Repubblica.

Or qual economista o pubblico, o privato, esiterebbe un momento a spendere due o tre soldi, per acquistarne con ogni maggiore sicurezza almen quattordici?

Che se ora si aggiungono le bonificazioni, e gli acquisti pure indubitati, che competono al Territorio della Toscana, verrà allora a diminuirsi la spesa che toccherebbe alla Repubblica, ed in conseguenza si spenderebbe assai meno di due soldi per guadagnarne 14.

Riflettasi ora di più, che qualunque sia la spesa, il denaro in essa impiegato, non potrà mai dirsi perduto per la Repubblica, giacchè esso per la massima parte, altro non farà che circolare diversamente dal ricco al povero, e dal povero al ricco; e tale diversa circolazione niente nuocerà all' Erario del Pubblico, il quale non consiste già nella Cassa delle Finanze di uno Stato, ma bensì nella somma di tutte le Casse private, la qual somma resterà quasi la stessa con un circolo differente dal primo, nel mentre che lo Stato medesimo farà un acquisto di soprapiù di quasi un milione e mezzo di scudi.

E se a questi si aggiungerà quella rata, ch' è proporzionata alla bonificazione del Granducato, allora la massa circolante delle ricchezze dello Stato, diventerà piuttosto maggiore, che minore.

Le quali riflessioni insieme con questa mia rispettosa Informazione, intendo di sottoporre al superiore discernimento degli Eccellentissimi Consiglieri della Repubblica, supplicandoli ad attribuire la lunghezza della detta Informazione, ai tanti articoli così disparati de' due chiarissimi Professori, i quali pure meritavano qualche sorta di risposta, per togliere ogni ombra di dubbio, che potesse mai nascere dalla varietà di alcune opinioni, le quali non percuotendo la sostanza del progetto, sono sempre inevitabili ne' problemi tanto composti, quanto è il presente sulla costruzione del nuovo Ozzeri. Anzi farà maraviglia a tutte le persone d'intelligenza, che tre differentissimi Professori abbiano potuto concorrere così pienamente in tanti, e tanti articoli sostanziali, componenti questo nuovo sistema Idraulico.

NOTA A.

Affinchè non possa dirsi, che cambiando alcuna delle dette ipotesi, i risultati non differiscano gran fatto dal risultato delle once 8, mi conviene dimostrare, che la cosa non è così, e che al contrario facendovi delle variazioni non già arbitrarie, ma bensì appoggiate a ragioni non disprezzabili, i risultati soffrono delle notabili alterazioni. Per giugnere a tale scopo, conviene riportarne la formola analitica, dalla quale dipendono i detti risultati.

Poichè, la portata del Canale in braccia cubiche per ciascun Secondo dicasi $= a^3$

Il parametro della parabola $= P$

La larghezza media della sezione del fluido sia $= L$

La profondità del fluido nel dato Canale $= x$

Essendo questo un problema facile, ed elementare servirà dedurne il valore di $x = \sqrt[3]{\frac{9a^6}{4L^2p}}$.

Presupposto un tal valore, si dia principio dalla stessa soluzione del sig. Eustachio, secondo la quale sarebbe $n^3 = 10$ braccia cubiche, $L =$ br. $8\frac{1}{2}$; $P =$ br. 10.

Onde sarebbe $x = \sqrt[3]{\frac{900}{2890}}$. Ed estraendone la radice cubica, tornerebbe $x =$ br. 0. 684 millesime, cioè un poco più di once 8, che fanno c. 666 millesime.

NOTA B.

Calcolo sull' altezza dell' acqua del nuovo Ozzeri, riunita alle altre acque del Lago di Maciuccoli, e sue adiacenze.

Si stenderà il presente calcolo, secondo il teorema dedotto dalla immediata esperienza, come nel mio libro delle *Nuove sperienze idrauliche*, il qual teorema porta, che le altezze de' fiumi riuniti rispetto a quelle de' fiumi separati, abbiano il rapporto delle radici cubiche delle rispettive portate. Portanto essendo la superficie, che spiove verso il Lago di Sesto di 72 miglia quadrate, ed essendo l'altra superficie di tutte l' acque, che scendono ne' Piani della Marina di 36 miglia quadrato, secondo le dimensioni de' Periti Lucchesi, perciò le acque del nuovo Ozzeri, staranno all' acque del Lago di Maciuccoli, e sue adiacenze nella proporzione del 2 : 1; onde le acque dell' Ozzeri separate alle acque riunite, si troveranno nella ragione del 2 : 3. Or l'altezza

dell' acqua allo sbocco di Balbano, è stata sempre supposta di br. 3, dalla quale non disconviene il chiarissimo Autore. Onde immaginandoci, che già in un Canale continuato, si riuniscano sotto allo sbocco di Balbano le acque del Canale nuovo, con quelle di Maciuccoli, volendo determinare la nuova altezza, ch' esse prenderanno, il calcolo si formerà facilmente con la seguente analogia: come $\sqrt[3]{2} : \sqrt[3]{3}$: : br. 3 al quarto proporzionale, che tornerà di br. 3. 43 centesime, ch' è la nuova altezza dell' acque riunite.

Ora essendo il fondo del Canale al detto sbocco di Balbano braccia uno sotto l' Orrizzontale, resteranno sopra la medesima braccia 2. 43 centesime. Sicchè si concepisca, che dalla superficie di questa piena, sia condotta una linea alla superficie del mare presso il piccolo Porto di Viareggio, la qual linea secondi un Canale, che debba smaltire le dette acque riunite. Sarà pertanto manifesto che a voler determinare qualunque punto di detto Canale, alla surperficie delle sue acque converrà formare la seguente analogia.

Come la distanza della foce di Balbano dalla superficie del mare, alla distanza del dato punto alla stessa superficie, così la detta altezza di braccia 2. 43 centesime al quarto termine, che ci darà l' altezza dell' acqua sopra la Orizzontale.

Or volendo sapere come staranno le nuove acque sull' ultimo tronco della Burlamacca verso il Portone, potremo adoperare la proporzione del dieci all' unità, e perciò con tale proporzione ci tornerà l' altezza dell' acqua di braccia 0. 24 centesime.

La linea orizzontale che si fa passare al Portone della Burlamacca, o si confonde con l' Orizzontale del mare, oppure resta alquanto più alta, supponendosi che vi sia una corrente, che dal detto Portone scarichi le acque nel mare.

Una tal corrente è variabile, e potrà crescere, o scemare secondo l' attuale portata dell' acqua, sempre però sarà vero, ch' essendo la velocità alquanto sensibile, il pelo corrente dell' acqua dal Portone sino al mare, avrà una qualche inclinazione, e perciò l' altezza di questa dovrebbe sottrarsi per ridurre il livello del Portone al livello del mare. Sottraggasi adunque soltanto once una, e perciò l' altezza dell' acqua alla soglia del Portone invece di essere braccia 2 once 3, resterà di braccia 2 once 2, a cui aggiungendo 24 centesime di braccio, che fanno once 2. 88 centesime di oncia, risulteranno braccia 2 once 4. 88 centesime, le quali superano l' altezza primitiva al detto Portone di sole once 1. 88 centesime. Questa sarà maggiore o minore secondo le diverse correnti dell' acqua. Ma non potrà mai crescere più che once 2. 88 centesime, nel qual caso l' acqua sarebbe stagnante, ed il livello del mare si confonderebbe con la comune

Orizzontale, che nel profilo è stata collocata a braccia 2 once 3 sopra la soglia del Portone.

Da tutto questo deducesi la generale conseguenza, che supponendo ancora tutte le acque riunite in un Canale, la escrescenza per l' accesso delle acque del nuovo Ozzeri, non potrà mai superare le once 2. 78 centesime, ma in molti casi sarà ancora minore, secondo la diversa corrente dell' acqua nel Canale del Porto. Comunque siasi tale altezza è sempre disprezzabile.

Che se con la stessa regola volessero determinarsi quanti altri punti piacesse, potrebbe formarsi un profilo per paragonare l' andamento delle presenti acque con la superficie della Campagna adiacente. Avvertasi però, che incontrandosi ne' punti intermedj il Lago di Maciuccoli, dove le acque si spianano per una linea orizzontale, ed incontrandosi pure i quattro Canali già descritti, la superficie dell' acque riunite per la divisione in più e più alvei, sarebbe molto più bassa, che non tornerebbe nel sopraddetto profilo, giacchè diminuendosi la velocità tanto più, quanto più si estende la superficie dell' acque correnti, questa esige una inclinazione molto minore, e perciò la vera linea del profilo non sarebbe una retta, che dalla foce di Balbano si conducesse al mare, ma bensì una linea ondeggiante, sempre però di andamento più depresso, che non porterebbe il corso rettilineo di un Canale di larghezza uniforme.

DEL PORTO DI RIMINI

MEMORIE

DEL PADRE

RUGGIERO GIUSEPPE BOSCOVICH

PROEMIO

CHIAMATA, ARRIVO, DILIGENZE USATE, ELOGIO DELLE FATICHE DEL SIGNOR CALINDRI.

Essendo stato chiamato dagl' Illustrissimi Signori Consoli di Rimini, con lettera dei 31. *Agosto dell' anno corrente* 1764., *facendomisi premura di venire quanto più presto, mi fosse permesso dalle mie occupazioni*, e ciò per dare sul futuro contegno nella direzione del loro Porto il mio sentimento fondato sull' evidenza di quelle prove, alle quali potesse dare tutto il comodo l' oculare ispezione, *sbrigatomi con ogni sollecitudine in Milano da' brevi impegni, e fatta una scorsa all' ordinaria mia residenza di Pavia, ne partii a'* 2. *del corrente mese d' Ottobre, e colla diligenza delle poste fui qui in Rimini la sera dei* 5.

Non ostante qualche indisposizione contratta pel viaggio, che mi obbligò dopo anche a guardare un giorno il letto, mi portai subito il giorno seguente al Porto, e vi sono tornato dopo quasi ogni giorno, osservando con ogni attenzione il sito, scandagliando anche in persona i fondi, ed osservando i movimenti delle acque, e gli effetti ordinarj, come pure parte sul luogo stesso, parte dall' alta loggia del nostro Collegio, che mette innanzi gli occhi insieme il totale, ho diligentemente osservato ogni cosa nell' occasione tanto della grossa piena cominciata il dì 24, *e durata due giorni, accompagnata per più di un giorno e mezzo da una fiera burrasca di Levante, e Greco Levante, quanto della tanto insolita, e strepitosa cominciata la sera de'* 22, *e durata quasi due giorni con burrasca della stessa specie, e tanto più furiosa, che sotto gli occhi miei ha cagionata la rovina del molo destro, e ha tanto deteriorata la condizione della*

misera bocca. Mi sono in oltre portato in persona sulla contigua spiaggia, e ho fatta una scorsa fino a Pesaro, e Fano, osservando la natura, e l'indole di que' Porti contigui, e scandagliando i medesimi, e le vicine spiagge per eseguire in questa guisa con tutta diligenza, ed esattezza l'insinuazione opportunissima, ed essenzialissima fattami nella suddetta lettera, di prender lume dalla oculare ispezione.

Non ho tralasciato nel tempo stesso di prendere tutte le più opportune informazioni da ogni genere di persone, e particolarmente da' Pescatori, e Paroni di barche i più vecchi, per intendere da essi lo stato antico, e sua serie successiva, e confrontarlo col presente, come pure da' Fattori del Porto, che hanno immediatamente diretti i lavori, e da varj di que' Signori, che ne sono stati, o ne sono attualmente i pubblici Deputati, ed ho letto varie memorie o appartenenti al Porto istesso, oppure correlative.

Ma come nella suddetta lettera degl' Illustriss. Signori Consoli mi era stato significato, che l' impulso a questa mia chiamata l' aveva dato una memoria di osservazioni su questo Porto fattasi dal sig. Serafino Calindri; *così ho giudicato mio particolor dovere di ricercare le suddette osservazioni, e prendere da esso tutti que' lumi, che la lunga ed attenta serie delle medesime tante, tanto penose, e precise osservazioni gli ha copiosamente suggeriti. Egli mi ha favorita la memoria, che lesse in pubblico, ed inoltre un' istoria del Porto arricchita da esso posteriormente, con una copia abbondante di documenti autentici, e le carte tutte, che esprimono i risultati dalle osservazioni medesime, come pure un indice copioso di una quantità di Porti costituiti sulle foci di fiumi cogl' impedimenti, che si trovano alle loro bocche.*

Prima d' andar avanti, ed entrare nell' argomento, di cui deo trattare, non posso astenermi dal rendere alla sua incomparabile attività, diligenza, discernimento, ed esattezza quella giustizia, che gli è dovuta. Non so, se mai per alcun altro Porto siasi fatta una così continua, e così attenta, e ben considerata ricerca, e una serie di osservazioni tanto bene ideate, e con tanta diligenza eseguite, e proposte con tanto ordine al Pubblico, come pure merita somma lode, e riconoscenza l'assiduità e la pazienza, con cui ha spogliati gli Archivi pubblici, per rinvenirne fra tanta farragine di tante, tanto differenti materie quelle notizie, che appartengono al Porto. Si aggiunge a queste fatiche l'altra nulla meno difficile, e penosa cura di ricercare tanto ne' libri, e nelle memorie manuscritte, quanto per via di lettere l'istoria de' Porti vicini, e le suddette notizie di un grandissimo numero di altri Porti, massime de' costituiti alle foci degl' altri fiumi. Essendo state tante sue pene, tanti lavori, anche assai

dispendiosi per esso, unicamente diretti al bene della città, e nominatamente del Porto, meritano certamente dalla parte di essa città tutta la corrispondenza, ed io mi avanzo a parlare di questo, come di una parte della mia incombenza, giacchè dal tenore della suddetta lettera, mi sono creduto obbligato ad esaminare in modo particolare tutte queste sue ricerche, e ad esprimere il mio giudizio ancora sopra di esse, come sopra un istromento idoneo per trattare l'argomento direttamente propostomi, a cui dopo questo come proemio, finalmente discendo.

ARTICOLO PRIMO.

Costituzione del Porto, e suo stato antico e presente.

§. I.

Breve idea del Porto: ordine delle materie da discutere.

Questo Porto consiste in un canale, che dal gran ponte d'Augusto, si stende per incirca un miglio fino al mare, contenendo in se l'ultimo pezzo dell' alveo del fiume Marecchia, il quale troppo vicino a' monti, strascina seco nelle maggiori sue piene grande quantità di sassi, e ghiaia, arrivando essa ghiaia fino al mare, e ammassandosi in parte in faccia alla bocca, e in parte stendendosi lungo la spiaggia sinistra, che va a maestro verso il Cesenatico, e Cervia. La direzione di questo canale fa seno verso la parte destra, andando l'ultimo suo tratto in linea sensibilmente retta quasi verso Greco-Tramontana, giacchè la direzione torce da Tramontana a Greco gradi 17, come ho ricavato da una piccola bussola rettificata. Un gran tratto delle sue ripe verso la bocca è vestito di muri, uscendo assai più in fuora il molo destro, su cui si vede la lanterna, e in punta al quale vi è una palata piena dentro di sassi, che termina in una punta. Alla diritta in una distanza assai minore di un miglio sbocca in mare il piccolo fiume Ausa torbido spesso, ma senza ghiaie.

In questa costituzione di Porto, due mi paiono le parti essenziali, a cui si riduce tutta la materia che devo trattare: la direzione, e conservazione del canale dal ponte, fino alla bocca, e la costituzione della bocca medesima. La prima parte può considerarsi in due aspetti: prima in riguardo al canale istesso, indi in riguardo a quello, che lo stesso canale può contribuire per la stessa costituzione della bocca. Per procedere con più chiarezza, parlerò con ordine retrogrado, cominciando dalla bocca, che nelle presenti circostanze è la più interessante, e la più bisognosa di pronto soccorso, (1) indi passando al canale in quanto ha correlazione con essa bocca, e finalmente al canale considerato in se medesimo.

---

(1) Questo era scritto prima dell' ultima piena, che ha rovesciata una parte del molo destro.

§. II.

Stato presente del Porto in ordine alla sua bocca.

Al mio arrivo ho trovata la bocca in uno stato pessimo correlativamente a tutto quello, che ho osservato nelle carte del sig. Calindri. In faccia al canale in piccola distanza dalla sua imboccatura ho osservata una barriera di breccia, che a mare basso era tutta fuor d' acqua, e unita alla ripa sinistra, onde da terra vi si poteva andar sopra a piedi asciutti, ma a mare alto copertane la parte più bassa, vi rimaneva una isoletta stretta, e lunga formata tutta di ghiaia, in cima assai più minuta, più grossa in fondo. Ho inteso, che tra l' acqua alta, o sia colma, e la bassa vi sieno di differenza tre piedi dovuti al flusso, e riflusso dopo i Noviluni, e Pleniluni, essendo anche qui, come per tutto altrove, e come richiedono le cause generali, la variazione delle altezze cagionate da esso flusso, e riflusso molto maggiore in tali tempi, che verso i quarti della Luna.

Questo ammasso di breccia, è quello che rende cattivo, e pericoloso l' ingresso in questo Porto. Ultimamente appena vi rimaneva una bocca bene angusta verso la palata, che sta al fine del molo destro: dopo una grossa piena de' 2. del corrente mese di Ottobre, se ne aprì una piccola verso il mezzo, ivi si slargò alquanto più, e si sprofondò un poco coll' occasione della suddetta piena de' 13, dopo la quale io vidi entrare due barche grosse peschereccie a vele gonfie direttamente per Tramontana, ed una di esse assai vicino al molo sinistro: ma poco dopo ito il vento a Ponente, e Maestrale peggiorò assai, onde vidi un' altra barca ad acqua colma arrenata in quel sito medesimo, pel quale avevo veduta antecedentemente passar l' altra verso la parte sinistra della bocca, e poco dopo se ne arrenò un' altra dalla parte destra, avendo urtato in un banco di ghiaia, che si trovava fra due bocche anguste, che vi erano rimaste, una sul mezzo verso Tramontana, e un' altra accanto alla palata diritta.

Quest' ultima grossa piena l' ha resa a molti doppj peggiore. Ha spinta (per quanto apparisce a occhio, che il mare non si è ancora quietato abbastanza per potere scandagliare, e prendere le misure esatte de' siti) la ghiaia qualche poco più innanzi, ma insieme l' ha fatta crescere assai, e circondare tutta la bocca in modo, che appena vi rimane una angustissima e pericolosa apertura contigua alla palata di Levante. Questa stessa sera, in cui ora scrivo, de' 26. Ottobre ho vedute, insieme col sig. Conte Garampi uno de' Deputati al Porto, rientrare per timore di una nuova burrasca, quasi tutte le barche peschereccie, che hanno dovuto scorrere verso Levante, indi farsi strascinare colle funi rasente la suddetta punta della palata.

In amendue le piene, ho veduto il corso di un grosso ramo di acqua ita fuora a sinistra per sormontazione delle ripe, e moli, che ha fatta da quella parte una come seconda bocca, avendo buttate in mare tutte le ghiaie, che vi erano prima ammassate, effetto perniciosissimo, come si vedrà in appresso.

Nelle carte del sig. Calindri si vedono le variazioni, che ha fatte la ghiaia ammassata innanzi alla bocca nel tempo delle sue osservazioni durate per otto in nove mesi, ma da esse si ricava, che quantunque nelle piene, o nelle tempeste venute con diversi venti si sia mossa, e mutata di sito quella ghiaia, che rimane in cima del banco, ad ogni modo in quel tempo il fondo di esso, il suo ceppo è rimasto sempre al luogo istesso. Vi è inoltre una sua osservazione, che ho trovata conforme a tutte le relazioni di tutti gli altri, ed è che detta ghiaia non si trova mai dalla parte diritta del Porto, cioè dalla dirittura del molo destro verso Pesaro: essa si trova bensì distesa lungo la spiaggia sinistra per due, o tre miglia verso il Cesenatico. Il suo banco in faccia alla bocca del canale non è largo, trovandosi a poca distanza da esso dell'arena con fondi di piedi Romani d'once 16 di passetto, 8 e 9, e ancora 10.

Per assicurarmi da me medesimo della mole di questo banco, andai un giorno a farne prendere gli scandagli sotto gli occhi miei: vi era presente il sig. Conte Garampi, e il sig. Carlo Agolanti, amendue deputati sopra il Porto. Stava il sig. Calindri colla sua tavoletta su d'un punto della isoletta di ghiaia, che era alquanto più a sinistra della dirittura del molo sinistro, e però fuori della dirittura della bocca del canale, e determinava la direzione, secondo la quale i rematori dovevano tenere il battello, in cui eravamo noi tutti, scostandolo prima sino alla fine della ghiaia, che si sentiva co' remi, e collo stesso scandaglio, indi dovevano accostarlo andando verso di lui, e formandolo ad ogni canna Riminese determinata da una funicella divisa con degli spaghi, e fermata nella ghiaia sotto la tavoletta medesima. Ad ogni canna di distanza scemata si pigliava il fondo collo scandaglio. Il mare era quieto, e si andò felicemente per 8. di tali rette linee distanti l'una dall'altra per una quarta di vento, la prima delle quali andava in dirittura del dorso dell'Isoletta verso la dirittura del molo destro. In questa guisa con otto linee si ebbe un angolo retto, che ci dava la metà esterna di quella parte del banco di ghiaia, la quale si trova in faccia alla bocca: non vi fu tempo quella mattina da prendere la parte interna, e le piene e le tempeste sopravvenute, e la maretta de' giorni seguenti non mi permisero il pigliare la metà interna: essa era sicuramente minore della esterna, e si potrà pigliare facilmente collo stesso metodo, a mare tranquillo, ripigliando l'esterna per avere le mutazioni seguite.

Questi scandagli sono espressi in una carta delineata, colla sua solita diligenza dal sig. Calindri, insieme cogli scandagli presi in faccia alla bocca, e dentro il canale a' due lati, e in mezzo, che furono cominciati in presenza mia un altro giorno, e continuati in presenza del sig. Conte Garampi, e di due altri padri Gesuiti, essendomi io ritirato a cagione del mio incomodo di salute, che tuttavia continuava. Da quella metà del banco scandagliato si vede, che esso dall' isoletta in fuora non si estendeva per più di sei canne Riminesi, almeno in modo, che la ghiaia rimanesse scoperta, e al fine di dette sei canne già in quello stato di acqua colma, in cui si presero detti scandagli, vi erano 6 in 7 piedi di acqua, e dalla gradazione de' precedenti si vede, che una, o due altre canne più in là vi doveva essere un fondo di 8 piedi. Da questi scandagli si può ricavare la mole di quel mezzo banco, cioè a quanti piedi cubi di materia esso corrisponde, come lo ricaveremo in appresso al luogo suo.

§. III.

Stato suo antico, e di questi ultimi anni.

Si è veduto lo stato presente della bocca tanto infelice, conviene ora vedere lo stato suo precedente. Ne' documenti riportati dal signor Calindri, si vede una serie continuata di gravi spese fatte da quattro secoli in qua, la massima parte delle quali è andata in fare, e rifare le palizzate, e i muri, in chiudere le rotte, e negli ultimi tempi nel vestire con tanta magnificenza di pietra i muri istessi: ma s' incontra di tanto in tanto ancora la menzione della bocca impedita dalle materie portate dal fiume, ed arrestate nel suo ingresso in mare, e si esprimono qualche volta i grandi allarme sul timore di perdere totalmente l' uso del Porto istesso.

Nell' esame che ho fatto a molti paroni, e marinaj, e uno di questi vecchissimo, anche in presenza degl' Illustrissimi Monsignori Vescovi di Rimino, e di Todi, essendovi degl' altri Signori presenti, ho espressamente dimandato, se la bocca del Porto sia sempre stata, quando essi erano giovani, in uno stato tanto cattivo, quanto lo è ora, e tutti mi hanno assicurato di nò: mi hanno detto, che abitualmente anche in tempo di acqua bassa si entrava liberamente a tutti i venti, che vi erano anche ad acqua bassa almeno tre piedi d' acqua generalmente in faccia alla bocca, e anche tre, e mezzo: che non si vedeva mai quell' isola di ghiaia fuor del pelo dell' acqua, che sotto vi era banco, ma di sabbia, e tale, che non impediva l' ingresso nè alle barche pescherecce, nè alle barche mercantili. Paron Sambo detto Pettola mi assicurò nominatamente, che egli colla sua

barca carica per 150 mila libbre, per cui vi volevano piedi 4 e mezzo, è entrato, e uscito liberamente in ogni tempo per lunga serie di anni. Tutti generalmente mi dicono, che al tempo delle armate 22, e 23 anni addietro venivano liberamente in ogni tempo, e però anche a marea bassa de' legni, che richiedevano piedi 4 e mezzo, e che ne' tempi andati venivano abitualmente, e liberamente de' legni carichi d'olio di tale portata, che ora spesso non potrebbero entrare in conto alcuno, o almeno non potrebbero entrare senza pericolo.

Da tanti esami, e ricerche, avendo interrogato persone di ogni specie, anche prese all'improvviso per istrada, anche scoperte nel resto delle interrogazioni d' interessi, e pensieri diversissimi, anche raggirate con interrogazioni varie, ora affini a quello, che cercavo, ora disparate, onde non mi è possibile di supporre in esse un accordo per ingannarmi su questo punto, mi par di raccogliere con certezza, che la bocca del Porto ha peggiorato assai da qualche tempo in qua; benchè dalla suddetta serie de' documenti raccolti dal sig. Calindri ricavo, che il Porto è stato spesso infelice, sempre poco felice, e sempre inferiore assai a quello, che suol essere un buon Porto di mare.

Assicurato di questo peggioramento ho dimandato, da quanto tempo in qua si vede il deterioramento medesimo: e molti mi hanno risposto, dacchè si sono fatti i moli di pietra, essendo essi stati forti prima di pali, altri da una quindicina di anni, altri da dieci, o sette in otto anni; ma generalmente tutti dimandati se prima, o dopo delle suddette armate, mi hanno risposto, che dopo.

§. IV.

Stato presente, e passato del Canale.

Il canale venendo giù dal Ponte, corre con direzione sensibilmente più inclinata verso Levante, indi come si vede nella pianta, s'incurva voltando a sinistra, e si scarica in mare colla direzione detta di sopra. Il suo andamento non è totalmente regolare, ma non vi sono neppure angoli arditi, che lo rendano troppo irregolare.

Le sue sponde, come si è detto, hanno alfine due gran tratti per parte formati di muro, e vestiti magnificamente di grosse pietre spianate, e squadrate. Al mio arrivo ho trovata a sinistra la sua parte superiore, che resta nella estremità più vicina al ponte, cominciata e tirata su per un pezzo, ma sospesa. Il resto terminato faceva una bella comparsa, ed era intero.

Fui avvisato dal sig. Calindri subito dopo li suddetti scandagli fatti da esso in presenza del sig. Conte Garampi, che la parte destra,

quella appunto, che ora è caduta, era in pericolo, essendosi trovato, che ivi a piè di essa le piene precedenti avevano fatto uno scavo fino a 12 piedi, e mezzo inferiore al pelo mezzano del mare basso, un piede Romano, e mezzo sotto il sito dell' acqua colma de' gran flussi. Confrontai subito questo fondo colle relazioni avute dal Fattore della comunità in ordine alla maniera, con cui era stato fondato quel molo, e riconobbi ad evidenza il pericolo, e ne parlai suggerendo il rimedio, che avevo ideato, come si dirà giù a suo luogo, ma le due piene così terribili succedutesi così insolitamente l'una tanto poco dopo dell' altra, e tanto vicine a quelle del principio del mese che avevano prodotto il male, hanno prevenuto il soccorso per quella parte, che è rovinata, e per l' altra, che tutta inclinata e crepata minaccia rovina, e richiede ora un rimedio assai più forte e dispendioso.

Dalle suddette relazioni ho, che que' muri con gli altri che restano, sono costruiti in questa guisa. Sono stati battuti de' pali di dieci in dodici piedi Veneziani, che sono di once di passetto di palmo Romano 19. sul fondo attuale del fiume: che ove si trovava il duro, si fermava il batterli, decapitandoli per uguagliarne le teste: che su queste teste sono stati appoggiati i massi de' pietroni, murando il di dietro sullo stesso fondo del fiume: che sopra quel fondo vi sono fino al piano, su cui si cammina da sei piedi: questo piano l' ho trovato superiore al pelo alto del mare piedi Riminesi 2, e once 2, i quali piedi hanno once di passetto 29 e mezzo.

Ragguagliate queste misure, e ridotte tutte a piedi Romani di 16 once, si trova, che il pelo alto del mare resta sotto il suddetto piano piedi 4, le teste de' pali, sulle quali sono fondati i pietroni, piedi 7, once 2, il fondo de' pali (supposto, che dopo la decapitazione sieno rimasti come mi disse il Fattore, ficcati per incirca piedi 10 Veneziani, cioè piedi Romani 11, e once 14) piedi 19, il pelo medio del mare piedi 5 e mezzo, il fondo del canale (ove lo trovò il Calindri di piedi 12 e mezzo) piedi 18, onde quando anche ivi i pali fossero rimasti interi, o poco decapitati, non vi rimaneva, che un piede di punta sotto il fondo del fiume, che nelle seguenti due piene è stato scalzato per di sotto, facendo cedere i muri in dentro, e in parte cadere rovinati, essendo caduti affatto nel fiume i pietroni da se, e rimasto appoggiato il muro residuo sulle loro rovine.

Avanti ad essi muri vi era una, che chiamavano corona, ed era una fila di pali poco discosti alti due piedi più degl' altri, sulli quali erano appoggiati i pietroni, ma nel fondo battuti alla stessa profondità de' primi.

Ho osservato nelle due piene, che l' acqua del fiume ha sormontato le sponde nella seconda generalmente, nella prima in più luoghi,

massime dalla parte sinistra, e che in modo particolare sulla parte sinistra l' acqua usciva dallo squero, che vi è da quella parte, come anche dalla destra, e si aviava al mare, formando la suddetta corrente poco lontana dal molo di quella parte.

Da altri ho inteso, che in una gran piena di sette anni addietro il fiume uscì pure da quella parte, e vi formò una specie di nuovo alveo collo spingere in mare quelle breoce, e mettere di nuovo in pericolo quel molo sinistro preso per di dietro, di nuova rovina simile a quella, che aveva sofferta pochi anni prima, onde era convenuto rifarlo.

Nell' ultima piena ho vedute chiuse affatto dall' acqua le luci degli archi del gran Ponte, che nella penultima erano rimasti aperti per un piccolo tratto. Sotto esso ponte vi è della gran breccia, e mi è stato detto, che alcuni anni addietro con l' occasione di certi lavori si era trovata la platea di esso ponte inferiore ad essa breccia per 12 piedi. Ma io sono persuaso, che questa platea sarà stata fin d' allora fabbricata sotto il fondo attuale del fiume, nel quale la breccia sarà cresciuta, ma non tanto.

Il resto del letto è ineguabilmente carico di breccia: ma tanto vi sono fondi sufficienti di otto in dieci piedi d' acqua anche a mar basso, e fuor di piena, e anche qualche cosa maggiori, come si vede nelle sezioni del sig. Calindri, e ne' suoi precedenti, e in questi ultimi scandagli.

Le rovine delle palizzate, e de' muri, e le continue spese per li risarcimenti si vedono ad ogni passo nella suddetta istoria di esso signor Calindri.

Determinati i fatti, conviene passare alle cagioni, per le quali questo Porto è stato sempre cattivo, ed ha tanto peggiorato di poi, per passare al capo più principale de' rimedj.

ARTICOLO SECONDO.

Delle cagioni de' danni del Porto.

Per parlare con ordine, parlerò in primo luogo delle cagioni, per le quali questo Porto non è stato mai buono abbastanza; indi di quelle, che ne' tempi posteriori lo hanno reso anche peggiore, e alfine di quelle, che lo hanno tanto deteriorato in questi ultimi anni.

§. I.

Delle cagioni per le quali il Porto è stato sempre cattivo.

Non può negarsi, che tutti i porti costituiti nelle inboccature de' fiumi, abbiano di sua natura de' gran difetti. Essi fiumi portano sempre seco delle materie, le quali diminuendosi la loro velocità nell' entrare in mare, e anche cessando affatto più presto, o più tardi a proporzione della portata delle loro acque, si depongono, e formano de' banchi, i quali mutando anche sito, secondo la varia forza delle diverse tempeste, che formano diverse correnti di acqua marina, e determinano le acque de' fiumi e delle diverse direzioni nel loro sbocco, continuamente si variano in modo, che anche ne' gran fiumi reali frequentatissimi da vascelli di prima portata, si richiede un piloto pratico dello stato loro presente per entrarvi con sicurezza, o di un lentissimo avanzamento collo scandaglio alla mano. Di queste difficoltà, che s' incontrano nell' ingresso de' porti formati sull' imboccatura de' fiumi, vi è il numerosissimo catalogo formato dal sig. Calindri, che ho mentovato di sopra, colla giustificazione de' Documenti, da' quali l' ha ricavato, e se ne potrebbe tessere uno anche a molti doppj più copioso.

Succede spesso ne' fiumi, anche ne' più grossi, i quali dentro al loro alveo, hanno fondi grandissimi da portare qualunque sorte di vascelli, che verso lo sbocco in mare si dividono in molti rami, e si dilatano in modo, da non permettere l' ingresso, che a' legni incomparabilmente minori. Il Tevere, ove continua il suo pieno corso verso Ostia, riceveva una volta de' grossi bastimenti, e sappiamo dagl' antichi, che su per esso sono venute a Roma le enormi moli degli Obeliscbi, e a tempo di Sisto V. sono venute su per esso fino a S. Paolo le galere. Ora dilatatasi la bocca, appena vi sono in essa alcune volte tre, o quattro palmi di fondo, sicchè appena vi passano le barchette, e solo si naviga con feluche, e tartane il canale di Fiumicino, deviatone a destra. Il Po si dilata in tante bocche, e ha tanti banchi di arene, che appena i barconi di qualche portata vi vanno su per un ramo. Nel mio viaggio da Costantinopoli in Polonia passai il Danubio entrando in Moldavia a Gallaz due in tre giornate lontano dalle sue foci. Ivi vi era fondo per qualunque gran nave di linea, e si fabbricava un vascello di spaventosa grandezza; ma mi fu detto da quelli, che soprastavano alla costruzione di esso, che conveniva condurlo giù senza alberi e senza alcun grave peso fino al mar nero; perchè sulla foce di esso Danubio diramato e dilatato si trovavano fondi assai minori, che non permettevano l' ingresso, se non a Saiche moderate, quando erano ben cariche.

I fiumi minori, o i rami presi da' maggiori s' incanalano verso la foce per tenerli ristretti, e far che colle velocità delle loro acque mantengono escavato il loro alveo, ed essendo ristrette le medesime acque si alzino. Questa loro velocità fa, che vi sia maggior fondo nelle loro foci; ma tanto, se portano della gran torbida, le deposizioni si fanno a poca distanza in faccia, e si aggiunge inoltre l'altro incomodo del mantenimento di que' come freni, che tengono le acque ristrette, o sieno semplici palizzate, o come a Roma le chiamano, passonate, o sieno muri. L' uno e l' altro di questi mali ho veduti tra le altre nel suddetto canale di fiumicino, che forma l' unico Porto, per cui in oggi arrivano i bastimenti dal mare a Roma. Essendovi andato nel 1751. per vedere i danni cagionati alle passonate dalle precedenti inondazioni, una nuova e più forte, e più lunga di esse precedenti, perchè durò una settimana, svelse sotto gli occhi miei, e portò in mare tutto quel tratto della sinistra, che sporgeva in fuora e scompaginò tutta la destra in modo, che il danno fu stimato una quarantina di migliaia di scudi. Per l' altro oggetto poi delle deposizioni, benchè in bocca, fin dove le acque erano ristrette, vi fossero fino a 25 palmi di fondo, in poca distanza vi erano de' banchi tali, che niun legno un poco carico poteva entrar dentro, e succede ivi spesso che per quindici giorni, per un mese e più, i bastimenti ordinarj carichi non ponno entrarvi; ma conviene che stiano di fuori sulle ancore e mandino dentro co' battelli la roba da caricar su altri legni che la portino a Roma, e spesso non potendovi rimaner sicuri conviene, che *infecta re* se ne vadano a Civitavecchia: e vi vuole una favorevole burrasca di mare, che dissipi que' banchi, e renda migliore l' ingresso per qualche tempo.

Io sono tanto persuaso di questa infelice costituzione de' Porti, ne' quali entrano i fiumi torbidi, che quest' anno stesso essendo ito col sig. Cardinale Bonaccorsi alle Paludi Pontine, e avendo insieme l' incombenza di esaminare un progetto del Manfredi, e Bertaglia, che per rimettere il Porto di Terracina volevano condurvi l' Usente, e l' Amaseno, riducendolo a porto di fiume a canale, fui totalmente contrario al progetto, e trovai dagl' indizj, che feci vedere a Sua Eminenza, i quali, credo che troppo chiaramente provino esservi stati introdotti un' altra volta que' fiumi, ed essere stati essi la principale cagione della riempitura, seguita nel magnifico antico Porto di mare, sostenutosi senza di essi per tanti secoli; onde consigliai piuttosto l' escavazione di esso porto antico, o di una sua parte, la quale impresa stimai meno dispendiosa, e più sicura. Le mie scritture lasciate allora all' Eminenza Sua, e presentate a Sua Santità mostrano, che non comincio ora a pensare così.

Questa generale cattiva costituzione di tutti i porti formati sulle

foci de' fiumi, si rende a molti doppj peggiore nel porto di Rimino, per essere la Marecchia piuttosto un torrente, che un fiume, e ciò abitualmente di poca acqua, accresciuta a dismisura nelle piene, con de' sassi ruzzolati giù per tutto il letto, e grossa ghiaia fino al imboccatura, e in mare. Fra tanti porti, che ho veduti finora, non ne ho veduto alcuno formato alla foce di un fiume, che porti ghiaia grossa fino allo sbocco. Quel di Fano era prima impedito dalle ghiaie, che il vicino Metauro strascina in mare in quantità, da cui si sono finalmente liberati col molo guardiano, di cui parleremo più innanzi, ma il canale d' acqua, che vi fanno entrare, non ne porta fino alla foce, o ne porta pochissima. Il porto di Pesaro appena fa vedere una piccolissima quantità di ghiarette minutissime, e niun altro de' porti di queste spiagge ha ghiaia, come pure di quelli, che ho veduti sul Mediterraneo, niuno ha ghiaie. Questa diversità di questo porto da tutti gli altri, essa sola rende ragione abbastanza della abituale infelicità di esso in ordine alla sua bocca, che ora si carica, e sempre si è caricata in faccia di ghiaie. Esse richiedono una molto maggiore forza di burrasche di mare per essere dissipate, che i semplici banchi di arena, e oppongono una troppo gagliarda resistenza alla continuazione della corrente del fiume che a proporzione della sua mole d' acqua, e velocità correlativa ad essa, o più o meno, ma sempre per qualche tratto si conserva, ove non venga arrestata da un ostacolo tanto forte. Si aggiunge la tanta variazione nel suo corpo d' acqua, che in questa specie di torrente fa tanti salti tanto ineguali per le pioggie precipitose delle vicine montagne: essa scompagina più facilmente le palizzate, e scava i muri per di sotto, onde sono avvenute tante e poi tante spese fatte in ogni tempo per riparare i danni fatti dalle pianure, e risarcire, e rifare più volte e quelle, e questi.

§. II.

Delle cagioni, per le quali il porto è divenuto peggiore negli ultimi due Secoli.

Vedute le cagioni generali della cattiva costituzione di questo porto stato infelice in ogni tempo, convien vedere l' origine della sua sempre maggiore infelicità ita crescendo negli ultimi due secoli. Essa è stata quella cagione medesima, per cui tante altre parti d' Italia hanno tanto sofferto, e soffrono tutt' ora senza rimedio, come si vede nelle attuali grandi contese delle parti occidentali di questa Provincia colle vicine Bolognese, e Ferrarese. L' Italia una volta era piena di selve, e prati, e massimamente le sue colline, e montagne

non erano ridotte a coltura. La coltivazione sopravvenuta ha fatto sì, che ora i fiumi sono assai più torbidi per le materie smosse dall' aratro, e dalla zappa, e strascinate dalle acque piovane, di quello fossero una volta. Richiedono essi perciò una maggior pendenza per andar innanzi, onde si alzano indietro, e non solo arrestano gli scoli, ma rompendo gli argini si rovesciano sulle fertili campagne, voltandole in laghi, e marassi. Le torbide poi spinte in mare, e ributtate dal mare istesso, fanno crescere a proporzione delle loro materie le spiagge, prolungando così la linea de' fiumi, onde si alzano sempre più i loro alvei anche per questa seconda cagione.

Questo fa, che in oggi molto più, che ne' tempi andati, tutte le spiagge vicine ai fiumi assai torbidi crescono generalmente, ritirandosi sempre più il mare, e ciò, o i fiumi sieno incassati, o no, con questa sola differenza, che ove i fiumi sono incassati con moli prodotti in mare, l' accrescimento in vicinanza ad essi è incomparabilmente maggiore, che ove sono liberi, addossandosi le materie nel primo caso ad essi moli, che le arrestano, e spandendosi a maggior distanza nel secondo. Così nelle vicinanze delle due bocche del Tevere cresce la spiaggia da per tutto, ma molto più a Fiumicino, ove la Torre di S. Pio V. è più di mezzo miglio dentro terra, benchè allora fosse fabbricata sulla spiaggia, e la torre nuova fabbricata sul mare in questo secolo non serve più quasi a niente per guardarne col cannone la bocca. Ho trovato allo stesso modo crescente la spiaggia allo shocco dell' Ufente intorbidato dall' Amaseno, benchè non tanto, per la piccola portata di esso Amaseno. Molto più cammina tutta la spiaggia del seno, che sta tra la Spezia, e Livorno (come ho avuto occasione di esaminare nella visita fatta al piccolo porticino Lucchese di Viareggio d' ordine di quella Repubblica) in cui portano tante materie l' Arno, il Serchio, il fiume di Camaiore, la Magra, il qual seno, dove cresce poco sul detto porticello di Viareggio, va colla spiaggia innanzi dieci piedi all' anno, e in vicinanza del Serchio si avanza ancora per 25. Tutta la spiaggia tra il monte di Ancona, e i confini del Regno di Napoli si avanza tanto per le materie di tanti fiumi che vi imboccano, benchè niuno di essi sia incassato, che 30 anni addietro, il padre Antonio Trevisani vecchio allora di sopra 80 anni, mi mostrò sulla sua casa del Porto di Fermo, dove era nato, gli anelli, a' quali mi disse, di aver veduti egli stesso da fanciullo legati i bastimenti, mentre allora vi erano innanzi a quella sua casa due strade, con due altre file di case, e appresso tanta spiaggia, che difficilmente vi arrivava al mare un tiro di schioppo a palla. Finalmente si sa quanto sia avanzata la spiaggia in faccia a Ravenna; quanto all' imboccatura del Po, e in tanti altri siti della nostra Italia, per non uscire da essa. Corrode il mare i promontorj, come sul

monte di Ancona, e su quel di Pesaro, e Fano, per uguagliare, e accostarsi sempre più a una certa continuità, che la natura affetta, come pure in qualche piccolo sito accidentale corrode per qualche accidentale costituzione; ma generalmente, ove i fiumi sboccano in mare, vi sono spiagge formate da essi, e queste crescono, e crescono in questi nostri tempi più, che ne' secoli andati, in gran parte per le coltivazioni delle colline, e montagne, che sono tanto cresciute in Italia.

Vi è un' altra ragione per cui in alcuni siti ora le spiagge crescono più, che in altri secoli, ed è il fondo maggiore, che ivi in vicinanza delle spiagge aveva il mare una volta. Per una lunga serie di secoli le materie portate da' fiumi sono ite solo rialzando il fondo: assottigliata così l' altezza dell' acqua, quello che ora sopravviene, scuopre una quantità di fondo; e per questa ragione non può argomentarsi dal ritiro presente, dove esso dovrebbe essere stato un dato numero di secoli addietro: per tacere di mille altri esempi, la spiaggia all' imboccatura del Tevere, e la spiaggia Fermana, ove i fiumi entrano in mare liberi senza ostacolo alcuno, è cresciuta in quest' ultimo secolo assai più, che in molti de' secoli precedenti uniti insieme. Su questo argomento vi sarebbe da dire assai, come pure su certe variazioni, che fa la crosta di questo nostro globo, sul quale ci ritroviamo: essa a mio credere per la forza de' fuochi sotterranei, ove si alza, ed ove si abbassa, e ondeggia alquanto, istabile sempre, come lo sono tutte le cose, e fisiche, e morali di questo misero mondo: ma questi argomenti ci tirarebbero troppo fuori del nostro proposito, e a trattarne a dovere, richiederebbero de' volumi interi.

Per tornare a noi, la coltivazione delle montagne, e colline ha fatto sì, che anche la Marecchia abbia cominciato a strascinare in questi ultimi secoli assai più di ghiaia, di quello ne strascinasse ne' precedenti; onde coll' andar innanzi esso porto, ha sempre più peggiorato.

§. III.

Si esclude dalle cagioni del peggioramento di questi ultimi anni la sostituzione de' muri alle palizzate, creduta tale da alcuni.

Venendo ora alla molto maggiore deteriorazione di questo Porto seguita in questi ultimi anni; molti paroni, e marinai nel darmene l' epoca, l' hanno presa dal tempo, in cui alle palizzate sono stati sostituiti i muri, e ne hanno data la colpa ad essi muri, inculcandomi replicatamente, che quando vi erano le palizzate, esso era

migliore, e che la sostituzione de' muri lo ha peggiorato. Alcuni di essi in ordine a questo si sono espressi di più dicendo, che levate le palizzate, vi sono stati due mali, il primo di un maggiore tormento, che ora provano le barche dentro il canale, e il secondo della bocca più ostrutta.

In quanto al primo articolo non dubito punto, che quando le acque del fiume, o le onde del mare trovavano tutti gli interstizj de' pali, e i vani dovevano rompersi in modo, da dare un minor urto alle barche, di quello ora facciano, scorrendo più liberamente lungo i muri medesimi lisci, che fanno una minor resistenza, e impediscono meno il movimento delle acque ivi appunto, ove le barche si fermano, cioè vicino a' moli. Ma non credo in conto alcuno, che ciò abbia potuto conferire alla maggiore ostruzione della bocca, anzi sono persuaso, che piuttosto dovrebbe ciò essere di qualche benchè piccolo vantaggio, ed eccone la ragione.

Coll' essersi sostituiti i muri alle palizzate, la velocità delle acque si è piuttosto accresciuta, e questo accrescimento non ha contribuito in conto alcuno al riempimento della bocca, anzi deve piuttosto avere aiutato a sgombrarla. L' aiuto allo sgombrare la bocca, che viene da questa maggiore velocità, è patente, dandosi in questa guisa un maggior urto alle materie ivi arrestate per mandarle innanzi a sgombrarla, benchè questo aiuto credo che sia piccolo per questo canto, accrescendosi poco la velocità media del corpo totale del fiume da questa cagione, massime nelle piene, nelle quali esso è più attivo, come dirò poco più giù, parlando di questo articolo della maggiore velocità, e perdendosi presto ne' fiumi le velocità antecedenti anche dentro a loro alvei, ma molto più, ove sboccano in mare.

Che la maggiore velocità non porti ostacolo alla bocca, par anche più chiaro. Nè potrebbe dubitare taluno unicamente col credere, che la maggiore velocità precedente nell' alveo, faccia andare più avanti le brecce grosse, onde alla bocca ne arrivi una maggior quantità dopo che vi sono i muri, di quello ne arrivasse prima, e tanto tutte vi si arrestino dal mare. Ma facilmente a un tale sospetto si toglie ogni fondamento. I muri vi sono solo nell' ultimo tratto di canale; sicchè in esso si sarebbe avuta prima quella diminuzione di velocità tolta dopo da essi muri, l' effetto della quale non poteva comunicarsi tanto più su, come per esempio sotto il ponte. Quindi sotto il ponte la quantità de' sassi, e breccia strascinata giù dal fiume, deve essere stata prima senza i muri la stessa, che dopo con essi muri. Se di questa quantità se ne fosse fermata prima abitualmente una piccola quantità più che adesso; vi sarebbe rimasta dentro il canale l' immensa somma di tutte queste abituali piccole quantità a capo di tanti anni, e il canale ne sarebbe rimasto empito più volte tutto,

fino alla cima delle sponde, senza lasciare più menomo passaggio all' acqua. Quanta ne viene giù pel ponte, tanta conviene, che si scarichi giù in mare adesso, e tanta se ne scaricasse prima, spingendosi a poco per volta, e ruzzolando: al più qualche parte in tanto si assottiglia, e corrode impiccolendosi, ma poco in un tratto sì piccolo.

§. IV.

Se ne esclude la direzione del canale, che alcuni vorrebbero voltato più a Tramontana.

Altri hanno data la colpa de' gravi mali del porto alla direzione del canale: chi, perchè vorrebbe che fosse voltato più a Tramontana, chi, perchè vorrebbe, che non andasse retto, ma curvo, aggiungendo inoltre, che vi vorrebbe la curva cicloidale, e che in essa curva la velocità dell' acqua sia maggiore, facendo anche delle esperienze di canali, e ricavando da esse questa maggiore velocità. Parleremo in questo paragrafo della prima parte, e nel seguente della seconda.

In ordine a queste cagioni dirò prima in generale; che esse non ponno spiegare il deterioramento di questi ultimi anni, mentre anche ne' tempi delle armate ultime, e negli anni precedenti vicini, ne' quali il Porto era meno cattivo d' ora, la direzione del canale era la stessa, che si vede presentemente. Indi in ordine alla direzione dirò, che ho veduto appunto nel suddetto piccolo Porto di Viareggio gli effetti di una simile impressione. È una cosa curiosa il vedere, come quel canale è fatto a scaletta, tutto contorcendosi ad angoli diversi, come una biscia. Trovandosi sempre male col chiudersi ad ogni tanto l' imboccatura delle materie arrestatele in faccia, sono iti voltando la direzione ora ad un vento, ed ora ad un altro, e si sono trovati sempre male a un modo stesso.

Qui vi è una ragione di più di questo poco vantaggio, che si può cavare dalle direzioni mutate, ed è che il male viene dalle ghiaie portate dal fiume stesso, ed arrestate, ove coll' entrare in mare la velocità si diminuisce, e si perde. Al più, se la bocca si voltasse contro Greco-Levante, che qui fa il maggiore fracasso, potrebbe essere la ghiaia più facilmente buttata in dentro, o arrestata più da vicino, ma essendo essa voltata tanto obbliquamente rispetto al vento suddetto, quel poco di più, o di meno, che si desse di obbliquità farebbe a mio giudizio poco effetto.

Si aggiunge, che per un' altra ragione non si può torcere molto di più verso Tramontana la bocca: essa al presente già è molto obbliqua alla spiaggia, voltando verso mano manca sensibilmente. Se si voltasse considerabilmente di più, sarebbe ben difficile il suo ingresso

a chi viene a vela dalla parte destra da Pesaro, e Ancona. Converrebbe scorrere verso la sinistra, indi per entrare nel porto dar indietro, cosa sempre difficile, spesso impossibile. Una delle cose più essenziali per li porti si è, che un bastimento possa entrarvi, ed uscirne con quello stesso vento, con cui vi arriva, o ne deve partire, e ciò si ha quando la bocca non rimane troppo obbliqua alla spiaggia, o costa, sulla quale è situata.

Si aggiunge, che la direzione, in cui ora si trovava questo ultimo tratto di canale, è appunto quella, che naturalmente affettano tutti questi fiumi di queste parti, giacchè tutti si vedono anche da se, ove non son forzati da alcun lavoro, entrar in mare con un poco di obbliquità verso la sinistra, simile a quella, che qui si vede. Credo, che la ragione ne sia la forza grande, che hanno qui le Levantare, e i Greci-Levanti sopra ogni altro vento, la quale prevale anche alla ordinaria corrente generale, che avendo fatto nel Mediterraneo il giro dell' Affrica, indi dell' Asia, vien giù per l' Ionio ed entra nell' Adriatico, dopo di averlo scorso sulle coste della Dalmazia, andando verso Venezia, torna su quelle d' Italia, andando qui a destra verso Ancona, per uscire dal golfo e costeggiar poscia l' Italia tutta, e le coste della Francia, e della Spagna fino allo stretto di Gibilterra da cui era partita. Que' venti credo che qui siano più forti, perchè scorrono un maggior tratto dell' Adriatico più profondo, pigliando obbliquamente dalle parti più orientali di Dalmazia, e attraversandolo in una linea, che passa per li fondi maggiori, dove gli altri venti, o radono la spiaggia sottile, o vengono dal fine del golfo, ove esso verso Venezia ha poco fondo, e lo attraversano direttamente in una linea più corta. L' urto di quelle Levantare, e di que' Greci-Levanti spinge l' acqua in là nel primo uscirne, e dispone il fondo ad andare per quella via, ove si senta una resistenza minore.

Effetto della maggiore gagliardia di questi venti, si è appunto il vedere qui la ghiaia distesa lungo la spiaggia verso Ponente per più miglia, come si è detto da principio, mentre non se ne vede punto verso Levante. Le arene, e le materie più minute sono portate ancora da' Maestrali, e Tramontane a destra, come si vedono a destra distendersi le torbide per lunghissimo tratto; ma le burrasche che vengono a que' venti, non hanno forza da strascinare per lungo tratto le ghiaie tanto più pesanti. Così pure a Fano le ghiaie del Metauro sono buttate tutte, e distese verso Ponente dalle Levantare, e ciò non solo fino al Porto distante più di un miglio da esso fiume, ma anche per 3 miglia più in qua se ne vedono come ho riconosciuto in quest' ultima gita a quella parte, le quali erano strascinate fin là dalle dette Levantare, prima che fosse fatto il Molo guardiano accennato.

di sopra. Esso esce dalla spiaggia in vicinanza al Porto stesso dalla sua parte diritta, cioè verso Levante, e si sporge più in fuora de' Moli del Porto, arrestando così tutta la breccia, che viene dal Metauro, e facendo crescere terribilmente la spiaggia da quella parte, mentre intanto la bocca del Porto rimane libera sempre, e la contigua spiaggia sinistra, che prima era ita sempre crescendo per le nuove aggestioni delle suddette ghiaie, ora piuttosto viene alquanto corrosa in vicinanza del Molo da un come vorticetto, che deve farvi l'urto delle onde nelle tempeste cagionate da' venti, che vengono da quella banda.

Qualunque ne sia la cagione, qui certamente le Levantare, e i Greci-Levanti hanno la forza maggiore, e i fiumi tutti si vedono naturalmente, e da se stessi piegare sullo sbocco i loro alvei alquanto a sinistra in quella guisa, in cui lo tiene il presente canale della Marecchia: onde per questo, e per quell'essere stata la direzione la stessa venti, e trenta anni addietro, quando l'imboccatura era migliore, anzi piegata molto anche più verso Ponente ne' tempi più rimoti, non può attribuirsi a questa direzione il male abituale passato, e molto meno il peggioramento di questi ultimi anni.

§. V.

Se ne esclude la dirittura: che non ha qui luogo la teoria della cicloide.

Ma nemmeno la dirittura si può incolpare, nè per le ragioni, che ho vedute addotte, la curvatura continua sarebbe punto più opportuna, e molto meno vi ha che fare la curvatura particolare della cicloide. Si pretende, che facendosi il canale curvilineo, e molto più se cicloidale, l'acqua anderebbe con più velocità ad urtare quell'ostacolo delle ghiaie, e le dissiperebbe, e le altre che sopravvengono, le getterebbe più innanzi, senza ingombrare la bocca, e si è creduto di ricavare questa maggiore velocità con dell'esperienze fatte a questo fine. Quindi mi sembra necessario il trattare alquanto più diffusamente di questo articolo, e ciò in modo da metterlo, quanto potrò, alla portata comune.

Per isvolgere tutta questa materia, che porta seco molto del dottrinale appartenente agl'elementi di Meccanica, vi vorrebbe veramente un lungo trattato; ma io mi ristringerò a poche nozioni, e principj i più essenziali, e interessanti. La velocità del mobile è una sua affezione correlativa al suo moto per cui si rapporta lo spazio scorso con movimento uniforme al tempo in cui si scorre, o si consideri lo spazio, che attualmente si scorre da un tale mobile, o la

determinazione in cui si trova di scorrerlo, se alcun ostacolo non l' impedisce. La sua misura è lo spazio scorso in pari tempo, o in parità di spazio, il tempo in cui si scorre, ma preso il contrario in modo, che quanto il tempo è minore, tanto sia maggiore la velocità.

Ho detto con movimento uniforme, cioè tale, che in uguali parti di quel tempo si scorrano uguali parti di quello spazio, nel quale caso la velocità dura sempre la stessa. Ne' moti, che continuamente si accelerano, o si ritardano, non si può avere la misura della loro velocità da quello spazio, che scorrono in un tempo determinato rapportandolo al tempo istesso. Vi è allora una serie continua di velocità tutte diverse, che si succedono, la misura prossima di ciascuna delle quali si desume dallo spazietto, che si scorre in un picciolissimo tempicciuolo, e accuratamente da quello spazio, che in qualunque tempo posteriore determinato si scorrerebbe, se non sopravvenisse alcun' azione di altra cagione, che sollecitasse, o ritardasse il movimento medesimo.

Ne' corpi gravi che cadono si ha un movimento uniforme, ma continuamente accelerato: la gravità va in ogni tempicciuolo producendo nuovi gradi di velocità, nella quale serie di azioni convien distinguere la somma degli acquisti fatti fino a un dato tempicciuolo dal nuovo grado di velocità, che sopravviene in esso. Questo nuovo grado dipende dall' azione, che fa la gravità in quel tempicciuolo, e quella somma di acquisti è la velocità totale, che il corpo già si ritrova nel medesimo tempicciuolo, determinando essa lo spazietto, che in esso tempicciuolo si deve scorrere, o il tempicciuolo, che si deve impiegare nello scorrere allora un dato spazietto.

Distinte queste cose, si noti inoltre, che l' azione della gravità non è la stessa in tutti i casi. Ove il grave discenda liberamente, ella è maggiore, che ove esso sia costretto a discendere obbliquamente in un piano inclinato, e quanto il piano fa minor angolo coll' orizzonte piegandosi più verso di esso, tanto quest' azione è minore. Ove esso discenda per un piano inclinato, in tutti i punti di esso l' azione della gravità è uguale per la costante conservazione di una inclinazione medesima: ma ove discenda per una linea curva, essa in varj siti di quella è diversa, secondo che la sua direzione in ciascuno di essi è più, o meno inclinata all' Orizzonte. Quindi i nuovi accrescimenti, che si fanno alla velocità nel caso della discesa per un piano inclinato qualunque in diversi tempicciuoli uguali fra se, sono uguali; ma nella curva questi acquisti medesimi sono disuguali. Gli spazietti poi, che si scorrono in tempicciuoli uguali, sono disuguali tanto nella discesa per una curva, quanto nella discesa per un piano, giacchè essi dipendono da quella somma di acquisti di velocità già fatti

fino ad esso tempicciuolo; la quale somma crescendo sempre nell' un caso, e nell' altro, crescono sempre gli spazietti, che corrispondono a posteriori tempicciuoli uguali, e scemano in tempicciuoli, che corrispondono a posteriori uguali spazietti.

Conviene notare in fine una cosa bene essenziale. Quando un mobile si muove in una retta, se all' improvviso è costretto a mutare la direzione del suo movimento, e muoversi per un' altra retta, come se mossosi per un canale diritto, debba passare in un altro pur diritto unito al primo ad un angolo, perde esso una parte della precedente sua velocità, anche prescindendo da ogni resistenza che venga dall' aria, o dallo strofinamento nel fondo, e nelle pareti, il quale strofinamento tanto più leva da movimento, quanto la scabrosità è maggiore. Questa parte perduta dipende dalla grandezza di quell' angolo, che fanno le due rette, o i due canali fra loro, la quale, finchè l' angolo è finito, è finita ancor essa; ma se l' angolo si concepisca infinitamente piccolo, dimostrano i geometri, che questa perdita diviene infinitamente piccola di secondo ordine; donde ricavano, che se in vece di una serie di rette unite ad angolo, vi sia una curva continua, la perdita svanisce affatto, e diviene nulla, conservandosi la velocità precedente in una curva continua affatto affatto, come in una retta, ove si prescinda ogni altro genere di resistenza.

Poste queste nozioni distinte, si può passare alla storia delle scoperte spettanti alla discesa de' gravi. Il Galileo, il quale avendo il primo considerati questi movimenti, è stato il fondatore di questa principalissima parte di Meccanica, trovò, che quando un corpo discenda da una determinata altezza, come sarebbe dal piano di una soffitta al piano di un pavimento; qualunque sia il piano, per cui discende o più vicino al verticale, e però più corto, o più inclinato, e però più lungo, la velocità che esso avrà nel fine di tale discesa, sarà sempre la stessa, benchè il tempo impiegato sarà più lungo, o corto in proporzione della lunghezza del piano. Le azioni della gravità ne' diversi punti di que' piani saranno disuguali; ma se si pigliano le particelle corrispondenti di essi piani, i tempicciuoli in cui si scorreranno, saranno tanto più lunghi, quanto minori saranno le velocità di già acquistate; onde i nuovi gradi di velocità aggiunti saranno pure fra loro uguali, e alfine le somme degli acquisti avranno l' uguaglianza medesima. Trovò poi, che questa finale velocità così acquistata, sarà tale tanto, ove il grave cada liberamente, quanto ove cada per un piano inclinato: che perseverando essa senza nuova mutazione, si scorrerebbe nel tempo in cui si è fatta quella discesa, uno spazio al doppio più grande, di quello che si è scorso.

Da queste sue scoperte unite a quella conservazione della precedente velocità nelle curve, si ricava pure ad evidenza, che se da

quel piano superiore, a quell'inferiore, si discenda per una curva qualunque; ad ogni modo la velocità finale sarà quella medesima, che si sarebbe avuta discendendo per una qualunque retta. Questa finale velocità, ove si discende per una retta, si sarà acquistata con acquisti uguali fatti in tempi uguali, e ove si discende per una curva, con disuguali, ma alfine sarà la stessa la somma di tutti gli acquisti nell' un caso, e nell' altro. I tempi delle discese ancora qui saranno diversi, secondo la diversa lunghezza, e natura delle curve, senza che questa disuguaglianza di tempi, osti punto all' uguaglianza della finale velocità.

Quindi se un grave debba discendere da un punto più alto, ad uno più basso, e si concepisca qualunque numero di linee curve di qualunque genere di curvatura continua, oltre alla retta, che vadano dal primo punto al secondo, i tempi delle discese per quelle diverse linee saranno diversi; ma la velocità finale che si avrà in quel punto più basso sarà la stessa.

Passò il Galileo a considerare que' tempi, e si mise a cercare, per quale di quelle linee il tempo della discesa sarebbe il più breve: pareva a prima vista, che essendo la retta la più breve, dovesse il tempo per essa essere il più corto; ma si accorse benissimo, che la cosa non andava così, ove i due punti non giacessero in una medesima retta verticale, e l' esperienza glielo fece conoscere anche meglio. Spinse innanzi la ricerca di un tal minimo tempo, ma non gli riuscì di trovarla. Non potendo sciogliere il problema troppo arduo per le cognizioni che si avevano allora, espose solo il suo sospetto, che questo privilegio del minimo tempo l' avesse l' arco del circolo: ma s' ingannò. Sciolse il problema tanto tempo dopo il gran Bernoulli, e trovò, che fra tutte le linee il minimo tempo competeva ad un arco di cicloide situato in un medesimo piano verticale de' due punti, la cui origine fosse nel punto più alto. Per questa proprietà si segnalata di essa curva già tanto considerata prima di lui, e dopo il Galileo da tanti altri insigni Geometri, e Meccanici, chiamò essa curva con greco vocabolo *Brachistocrona*, cioè *del più breve tempo*, come l' Ugenio scoperta la mirabile uguaglianza de' tempi delle oscillazioni ne' diversi suoi archi, comunque disuguali di lunghezza, la chiamò isocrona, cioè *di tempi uguali*.

Parerà, come si è accennato, cosa strana a taluno, che essendo quell' arco di cicloide più lungo della retta, che lo sottende, giacchè la retta è la più corta di tutte le linee, che vanno da un dato punto a un altro dato, possa il tempo della discesa per quella esser più corto, che il tempo per questa, e molto più gli parerà, che da un tempo più corto impiegato per una linea più lunga possa generalmente inferirsi, che la velocità in essa debba essersi acquistata

maggiore; ma si dileguerà ogni difficoltà, se si rifletta a tutto quello, che si è premesso di sopra.

Se si considerino diversi siti di quella curva, e della retta, si vedrà facilmente, che quella sul principio sarà meno inclinata all'orizzonte, che questa: verso il mezzo lo saranno ugualmente, passando poi ad essere quella più chinata di questa. Quindi nel principio le azioni della gravità saranno maggiori nella curva, che nella retta, verso il mezzo saranno uguali, del mezzo in giù minori: e però anche i nuovi acquisti delle velocità, saranno maggiori da principio nella curva, che nella retta, indi uguali, e poi minori. Si ponno queste disuguaglianze andar distribuendo in modo, come realmente si dimostra succeder ivi, che la somma degli acquisti rimanga sempre maggiore in quella, che in questa, prima che si giunga al fine, ma nel fine si trovi la stessa. Se viaggiando per undici diverse piazze, due negozianti facessero degli acquisti disuguali in modo, che uno in ogni piazza guadagnasse costantemente sei scudi, l'altro nella prima 11, nella seconda 10, nella terza 9, e così in poi; i loro nuovi acquisti si troverebbero uguali nella sesta piazza, indi il secondo gli avrebbe minori del primo, avendo nella penultima soli duo, nell'ultima uno; ma la somma degli acquisti del secondo, dopo ogni ugual numero di piazze si troverebbe maggiore, e solo alfine nell'ultima piazza amendue avrebbero acquistato in tutto scudi 66., come facilmente può vedere chiunque faccia le somme istesse. Nel modo istesso gli acquisti delle velocità di que' mobili, sarebbero uguali nella retta, disuguali nella curva, e in questa da principio maggiori, indi uguali, al fine minori: le somme in questa sempre maggiori, che in quella, ma nel fine uguali in amendue. Ora come dalle somme delle velocità dipende la brevità del tempo, in cui si scorrono le particelle di quelle linee; finchè l'eccesso di quelle successive somme in una curva sulle corrispondenti nella retta è maggiore in proporzione, che l'eccesso della lunghezza di quella sulla lunghezza di questa, il tempo totale della discesa è più corto, che il tempo in questa, ed il più corto, ove la differenza de' due eccessi è la massima. Nelle curve che si discostano dalla retta meno che la cicloide, non arriva a prevalere tanto la velocità, e in quelle, che si discostano più, prevale troppo la lunghezza; il massimo vantaggio si trova nella cicloide, quando un Geometra sapendone la natura, e le sue proprietà essenziali, argomenti sopra di esse, e sciolga il problema a dovere come fece il Bernoulli e fanno dopo di esso, que' che danno gli elementi compiti della Meccanica.

Questa bella proprietà si vede ancora colla sperienza. Da una linea orizzontale, ad un'altra pure orizzontale, e parallela ad essa posta più al basso, obbliquamente rispetto alla medesima, si conducono

varj canali, uno de' quali sia retto, uno cicloidale, e gli altri di curvature diverse ad arbitrio: si mettono in cima ad ogni uno delle palle uguali ben lisce, come si procura sieno ben lisci anche i canali, le quali palle sieno trattenute tutte da una tavola comune: sottratta questa a un tratto, si vedono correre giù quelle palle in modo, che la prima di tutte arriva al fondo la palla discesa per la cicloide, indi le altre l' una prima, e l' altra dopo, con che si vede cogli occhi il *Brachistocronismo* della cicloide. Che se ivi in fondo vi sia del sego, o della cera d' ammaccare colla percossa, o delle molle ugualmente forti da comprimere, o delle palle uguali pendenti da fili uguali da far correre in su con quell' urto, purchè la direzione di esso urto, sia ridotta ad essere orizzontale senza perdita di velocità, si vedranno le ammaccature uguali in quelle sostanze molli, le compressioni uguali in quegli elaterj, gli alzamenti uguali in que' pendoli, i quali effetti uguali faranno vedere l' uguaglianza delle finali velocità.

All' istanza, con cui si diceva, che tempo minore impiegato in una linea più lunga porta seco una maggiore velocità, si risponderà in questa guisa: la porta maggiore, se il moto è stato uniforme? è vero: se il moto è stato accelerato, o ritardato, convien distinguere: la porta maggiore in qualche parte di detto moto? è vero: in ogni sua parte o nel fine, non è sempre vero. Nel nostro caso è maggiore la velocità per la curva al fine di tutti i tempi uguali contati dal principio del movimento, ma non lo è nell' ultimo finale momento, in cui si trovano uguali le somme de' precedenti guadagni, come quelle de' due mercanti, le somme de' guadagni de' quali erano state sempre maggiori presso un de' due, ad ogni modo nell' ultima piazza si son trovate uguali.

Spiegare così diffusamente, e se non m' inganno, chiaramente queste cose per altro astruse in se medesime, per metterle, quanto è possibile a portata di tutti, vengo ora all' applicazione al caso nostro. Quando anche tutta la dottrina della cicloide avesse qui luogo, e l' acqua per un canale cicloidale discendesse più presto, che per uno di altra curvatura, o pel rettilineo; tanto nulla più gioverebbe quello di questi per tenere espurgata la bocca. L' effetto di una tale espurgazione, in quanto dipende dal fiume, corrisponde alla velocità, con cui esso entra in mare, ed urta le brecce per portarle innanzi, e dissiparle. Se dunque la finale velocità è la medesima in ogni forma di canale, prescindendo dalle altre resistenze, e considerando sola la forma istessa, conviene che detto urto sia lo stesso, e lo stesso l' effetto.

Ma neppure ha qui luogo la cicloide anche in ordine alla più breve discesa. Essa ha quella proprietà solo, ove si consideri il movimento

del grave cominciato nel primo punto superiore unicamente per la forza della sola gravità, senz' alcuna velocità precedente. Una velocità precedente, e una diversa direzione di essa, varia subito la natura della curva della più breve discesa; e nel principio del canale del Porto, già l'acqua corre con una determinata velocità. La medesima determinazione richiede un piano verticale, o almeno un piano inclinato, in cui giacciano i canali, con qualunque superficie; e le superficie de' fiumi non sono accuratamente piane in un sensibile tratto. Se il piano è orizzontale, e si ha una precedente velocità, che si volti a dovere per la direzione della retta, che congiunge i due punti; la linea del più breve corso è la retta stessa, e vi è una situazione di piano inclinato in cui, quando anche il moto non abbia precedente velocità, la linea della discesa più breve è appunto la retta. Tutte queste verità fanno, che non si possa in conto alcuno adattare al caso de' canali de' fiumi la proprietà della cicloide, nè che alla mancanza di essa, si possa attribuire la cattiva costituzione di questa bocca.

Ma quello che fa anche più, si è, che la suddetta proprietà della cicloide suppone, che non vi sia resistenza alcuna al movimento, la quale ne' canali de' fiumi è grandissima, e tale, che in pochissimo tempo si perde in essi quasi tutta la precedente velocità, e vi rimane quasi quella sola, che richiede tanto l'attuale pendenza regolata del loro fondo, ove essa va innanzi senza ostacolo, onde possa esser pendente anche la superficie dell'acqua, quanto l'attuale altezza dell'acqua stessa, che determina la pressione delle parti superiori sulle inferiori. La frizione delle sponde, e del fondo conferisce moltissimo a una tale somma diminuzione della velocità precedente. Io ho procurato di farlo vedere cogl' occhi stessi, formando de' canali di latta rettilinei, e curvilinei, e facendo delle esperienze presso il sig. Conte Garampi, le quali potrà facilmente replicare, chiunque avrà piacere di chiarirsene, col farne delle somiglianti.

In un bigonzo di legno si è fatto un buco laterale quadrato verso il fondo, ed un altro più grande mezzo piede di Parigi più su. Si teneva in questo l'acqua introdottavi di fuora, alla costante altezza del buco più alto, per cui l'acqua superflua ne usciva fuora di fianco. Si fece prima uscire l'acqua dal buco inferiore liberamente, e in un regolo posto sotto esso buco orizzontalmente si notò il punto situato a perpendicolo sotto esso buco, determinandone la perpendicolare distanza; indi si notò il punto, a cui arrivava il getto d'acqua, pigliando così l'altezza verticale, e l'ampiezza orizzontale della parabola descritta da esso: era la prima di pollici di Parigi 28, e la seconda di 24. e mezzo, dalle quali si ricavò con facile calcolo, che la velocità di quella sortita d'acqua era uguale a quella,

che si acquisterebbe cadendo dall' altezza un poco maggiore di pollici 5 e un quarto, cioè minore un poco di quel mezzo piede dell' altezza della superficie dell' acqua sul buco, come in tali esperimenti suole ritrovarsi. Il teorema notissimo, che serve al calcolo, si è, che sta l'altezza della parabola alla sua ampiezza, come questa al quadruplo di quella altezza, da cui cadendo si acquisterebbe la velocità, con cui il grave comincia a descriverla. Si applicarono allora varj tubi orizzontali di varie lunghezze, e di varie larghezze, e notate le ampiezze de' getti col ritenere la stessa altezza, divenendo in tale caso le velocità proporzionali alle ampiezze medesime, si videro le grandissime diminuzioni di esse in un corso assai piccolo, tanto maggiori in parità di larghezza di tubi, quanto più essi erano lunghi, e in parità di lunghezza tanto più, quanto erano più larghi. Applicati i curvilinei di corda uguale a' rettilinei, non solo non si trovò vantaggio di velocità allo sbocco, ma se ne trovò dello svantaggio corrispondente a quella maggiore lunghezza, che vi è nel tubo. Di queste esperienze se ne farà una serie più compita, e se ne daranno col tempo i risultati i più precisi. L' ampiezza del getto a pari altezza è un indizio sicuro della diversa velocità, che gli è proporzionale in quel caso, come si è detto, e negli esperimenti conviene badare assai a' mezzi, che si adoprano, e alle conseguenze che se ne tirano.

Un canale curvilineo slungando la strada, accrescerà quasi sempre le resistenze, e diminuirà più del rettilineo frapposto fra i medesimi termini le precedenti velocità. Può darsi, per quanto ora mi si presenta allo spirito, un caso solo, in cui esso possa giovare, ed è, ove per la troppa ampiezza del canale rispetto alla quantità delle acque, il filone vada serpeggiando nel rettilineo con delle battute, e ribattute fatte sulle sponde opposte. In un curvilineo la forza stessa d' inerzia, che richiede sempre la continuazione del moto rettilineo, costringe il filone ad accostarsi alla parte cava, e rasentarla continuamente, mentre nel rettilineo ogni piccola disuguaglianza di resistenze fa torcere ora verso una parte, or verso l'altra il corso, e così malgrado la maggiore brevità del canal rettilineo, può in esso divenire la via delle acque più lunga, che nel curvilineo, benchè più lungo. Nel medesimo caso l'acqua per la forza centrifuga, con cui spinge la sponda curvilinea, ivi si alza, e corrode anche il fondo, e lo incava; onde può crescere alquanto la sua velocità attuale col peso, e scemare la resistenza del fondo, con farsi una specie di letto di quella, che chiamasi acqua morta. Ma nelle grandi piene, che sono le più attive, questo vantaggio non ha luogo, mentre empiendosi allora tutto l'alveo, si vede correre con una velocità unita anche in un canal rettilineo tutta la massa del fiume, senza alcuno

di que' contorcimenti, che alla velocità nuocono collo slungare la via, e slungandola accresce le resistenze, e nel canal curvilineo il filone si scosta dalla parte cava, abbreviando la strada, e accostandosi più da se stesso alla direzione rettilinea.

§. VI.

Dell' effetto, che possa fare la velocità delle acque diminuita per varie cagioni.

Vi è, chi accusa le irregolarità delle parti più alte del canale, ed i due squeri della sua parte inferiore costrutti posteriormente: vi è chi accusa molto più il tratto dell' alveo superiore al ponte dicendo, che da pochi anni in qua il fiume superiormente ha mutato il suo corso, avendo fatto delle gran corrosioni, e scontorcimenti, e che da quel tempo la bocca del porto ha cominciato ad essere più cattiva.

Quella qualche irregolarità del canale si crede, che possa essere stata nociva, perchè abbia diminuita la velocità dell' acqua: ma questa, trattandosi di parti molto antiche, sarebbe cagion generale del cattivo stato anche de' tempi precedenti, e qui ne parlo solo per parlare insieme di tutto quello, che si crede nocivo, in quanto scemi la velocità delle acque. Gli squeri fatti posteriormente sono incolpati per questo capo medesimo: essi si trovano da ambe le parti l' uno incontro all' altro, e interrompono l' andamento de' moli con un taglio quasi perpendicolare alla loro direzione, nel quale arrivando l' acqua si dilata, e una parte di essa urtando di petto nelle loro sponde inferiori più vicine alla bocca, si riflette, e rigira, e perde la sua velocità, e la fa perdere alla vicina. Quest' acqua inoltre alzatasi ivi per ostacolo frapposto, va su più facilmente pel piano acclive de' medesimi squeri, e n' esce fuora formando nuove correnti nelle gran piene, credute pregiudiciali alla bocca, si perchè diminuiscono il corpo d' acqua, si perchè quella della man manca spinge in mare la breccia della spiaggia accanto alla bocca del porto.

Le nuove tortuosità del letto superiore al ponte s' incolpano pure, perchè diminuiscono la velocità delle acque slungandone la strada, e perchè caricano il canale di maggior copia di materie prese, su tanti campi devastati gli uni appresso agli altri, e su questo secondo articolo mi ha con ragione insistito ancora Monsig. Illustriss., e Reverendiss. il Vescovo, facendomi insieme riflettere al pericolo di tante fertili campagne, che anderanno in rovina, se non si frena l' impeto irregolare delle acque.

In questo paragrafo parlerò solo di quello, che si appartiene all' effetto della maggiore, o minore velocità delle acque, che arrivano alla bocca, e toccherò solamente la diminuzione del loro corpo, riservando il resto ad altri paragrafi.

La diminuzione della velocità, che possa provenire da qualche piccola irregolarità delle parti superiori del canale, e quella che può provenire dalla parte dell' alveo superiore al ponte, credo, che in ordine alla bocca non possa contribuire nulla, almeno in una maniera sensibile, per quella ragione, di cui ho fatta menzione anche al §. 3., e 5., ed è, che quantunque si accresca la velocità in un fiume anche per una violenta caduta, presto essa si perde tutta, e si riduce quasi affatto a quella sola, che richiede l' attuale pendenza, e l' altezza, da cui ne nasce la pressione.

Questa verità si conosce col considerare l' altezza, da cui vengono i fiumi, e la poca velocità, che si osserva ordinariamente nella loro superficie, benchè l' acqua della superficie presa nel mezzo non senta altra resistenza, che quella, la quale nasce dalla sua adesione alle parti vicine, e per mezzo ad esse alle parti contigue alle sponde ritardata dalla frizione, e dall' adesione, con cui l' acqua si attacca a' corpi solidi. Spesso ho osservata detta velocità in varj fiumi già formati fuor delle piene, gettando un galleggiante, e camminando con esso per vedere quanti de' miei passi faceva in un minuto. L' ho trovata per l' ordinario tale da fare tre miglia all' ora. Uno di questi giorni ho fatta la stessa osservazione qui nella Marecchia assai lontano dalla bocca, e in tempo, ch' essendo il mare in istato da ritirarsi pel riflusso, non vi era ostacolo al libero corso in superficie, trovai cento de' miei passi in un minuto, e ho veduto molte volte, che per un miglio romano vi vogliono quasi accuratissimamente due mila de' miei passi. Que' cento miei passi facevano così 59 passi da miglio, e 60 presso 60 volte fa 3 mila; onde anche la Marecchia correva ivi in superficie con una velocità corrispondente a tre miglia per ora.

Ora la Marecchia non viene veramente da un' altezza di mezzo miglio, come crede taluno; giacchè la cima medesima del monte di S. Marino non è alta sulla superficie del mare a perpendicolo una decima parte di miglio; ma viene ad ogni modo da un' altezza assai considerabile, e tanti fiumi reali vengono da altezze anche maggiori di mezzo miglio. Se corressero con una velocità corrispondente a detta altezza, volerebbero in una maniera ben sorprendente. Le tre miglia per ora corrispondono ad un' altezza così tenue, che non si può non rimanerne sorpresi, quando se ne fa il calcolo.

Trovò l' Ugenio, che un grave cadendo liberamente per un minuto, secondo, scorrerebbe prossimamente 15 piedi di Francia, che

sono 16 e mezzo Romani, e dalla dottrina del Galileo rapportata sul §. 5. si ha che la sua velocità finale è tale, da scorrere il doppio cioè 35 piedi Romani. Quindi essendovi 3600 minuti secondi in un'ora, quella è velocità da scorrere ogni ora piedi 118800, che contando 5 piedi per passo, e mille passi per miglio, vengono ad essere quasi 24 miglia.

Questa velocità confrontata con quella delle tre miglia per ora, si trova a 8 doppj maggiore, ed avendo pure dimostrato il Galileo, che le altezze, dalle quali cadono i gravi, sono come i quadrati delle velocità acquistate; quest'altezza deve essere a 8 volte 8 doppj, cioè a 64 doppj maggiore di quella, da cui cadendo si acquista la velocità di tre miglia per ora. Quindi per trovare quest'altezza, converrà prendere la parte sessantesima quarta di que' 16 piedi e mezzo, che davano la velocità di 24 miglia, e appena vi resterà l'altezza di un quarto di piede, o sia di quattro once di palmo Romano, che sono a un di presso 4 dita di una mano ordinaria. Hanno dunque i fiumi in superficie, e determinatamente ha la Marecchia fuor di piena, benchè in tempo, in cui non è arrestata dal crescere del mare pel suo flusso, quella sola velocità, che si acquista cadendo per 4 dita d'altezza. Dove è ita mai la velocità enorme, che corrisponderebbe all'altezza della caduta della sua origine? è svanita quasi affatto, e solo vi rimane nelle parti inferiori quella, che corrisponde all'altezza dell'acqua, da cui dipende la continuata pressione.

Questa verità che dà il calcolo, e la teoria, si vedrà bene, da chiunque considera la velocità, che piglia l'acqua in una cascata, benchè alta pochissimo, di una fontana, o di certi siti ne' torrenti, o ne' fiumi, ne' quali l'acqua trattenuta da' sassi ricade. Si vede essa spumare gorgogliando, e correre con una velocità precipitosa a molti doppj maggiore di quella, che si osserva nel placido regolato movimento della superficie di un fiume.

Andando poi a Fano, si resterà più chiaramente convinti della medesima verità, e si vedrà coll'ultima evidenza, quanto presto ne' canali, e ne' fiumi si perda la precedente velocità. Ivi con tanta spesa si fecero que' gran sostegni, che tengono tanto alta l'acqua del loro canale, e la fanno per un piano inclinato discendere sotto il ponte, formando quella, che chiamano *la liscia*. Speravano di poter tenere escavata la loro bocca con quell'enorme velocità, che quell'acqua doveva acquistare per una caduta di tanti piedi. La velocità si ottenne al fine della caduta. È un orrore a vedere la fuga precipitosa che piglia, tale da non poterla seguir coll'occhio. Ma che? Il Porto rimase ingombrato sulla sua bocca appunto come prima; nè si è rimediato con altro, che con quel guardiano, di cui

si è parlato di sopra, il quale ha impedito l'arrivo delle ghiaie alla bocca. L' enorme velocità si perde quasi tutta, e ancor prima di arrivare allo sbocco in mare diviene quasi insensibile. In questa mia scorsa ho buttato un galleggiante da trecento de' miei passi più su dello sbocco in tempo in cui la marea non cresceva, e accompagnatolo trovai, che in un minuto scorreva appena 63 de' miei passi, e però in un' ora passi da miglio 1890, cioè meno di due miglia, velocità dovuta ad un' altezza minore di due dita.

Si addirizzi ora il canale qui, quanto un vuole, si regoli la parte superiore come uno vuole, sicuramente non si avrà la centesima parte della velocità, che dà a tutto il gran corpo dell' acqua la liscia di Fano: quella svanisce a mezzo canale, e non produce alcun effetto in ordine allo sbarazzare la bocca: quindi molto meno qui queste cose possono sbarazzarla, e qualunque alterazione in esse non può credersi cagione de' disordini del suo ingombro.

Da quanto si è detto, si vede chiaro, che anche quell' ostacolo che formano gli squeri alla velocità dell' acqua, non può fare alcun danno sensibile alla bocca per questo conto. Essi arrestano una parte piccolissima a proporzione del totale del corpo del fiume, e ciò massime nelle grandi piene, che sono le attive, nelle quali la stessa maggior velocità delle acque fa, che sia molto minore quella parte, che si devia verso lo squero, e si aggiunge, che quella che si è già deviata, fa in gran parte come spalla all' altre, che trascorre intanto liberamente.

Quell' acqua, che uscendo si devia, e forma un' altra corrente fuora, diminuendo il corpo d' acqua, che va giù ad urtare l' ostacolo della breccia, fa perdere alcuna cosa di più. Ma come l' acqua ch' esce, è quella vicina alla superficie, ove la velocità è tanto minore, essa è pur pochissima rispetto a quella, che va innanzi, e un piede di più di altezza che abbia la piena, accrescendo la velocità di tutte le parti inferiori accresce più forza di quello, che l' acqua stravasata ritolga al fiume: eppure l' ultima piena tanto più copiosa ed alta delle grandissime degli anni comuni non ha potuto far punto migliorare la bocca.

Due cose sole aggiungo qui alla fine di questo paragrafo: la prima si è, che ne' calcoli, ed osservazioni rapportate si è parlato della perdita della velocità, che fanno i fiumi, e i canali prima anche di entrare in mare, il quale oppone una resistenza ben più forte, massime ove l' acqua è scarsa, e si divide, e spande entrandovi. Ne' fiumi reali, ne' quali l' altezza grande del corpo d' acqua genera nelle parti inferiori una velocità assai grande, essa maggior altezza spingendo innanzi tutto quel gran corpo, gli fa formare come una specie di scavo nell' acqua stessa marina, la quale gli dà luogo, e gli forma come

una specie di sponde, lasciandola andare avanti per lungo tratto, e diminuendola assai meno di quello, che facciano le ineguaglità solide delle sponde, e del fondo nel precedente letto; ma questo non accade, ove il corpo è piccolo, e si può spandere presto, nel qual caso ad una piccola distanza dalla foce, non vi rimane più alcuna parte sensibile, non solo della piccola velocità della superficie, ma neppure di quella tanto più celere delle parti inferiori.

La seconda cosa si è, che cogli sperimenti de' canali, de' quali si è fatta menzione al §. V., si vede anche chiaramente la gran perdita di velocità, che fa l' acqua in un corso di piccolo tratto, benchè i canali di latta sieno tanto meno scabrosi de' letti de' fiumi, e l' acqua vi si faccia entrare con una velocità assai maggiore di quella, che sogliono avere le superficie de' fiumi, acquistata per la pressione dell'altezza dell' acqua nel vaso sopra il buco per cui essa esce. Ma le osservazioni, e i calcoli rapportati di sopra, e presi da' fiumi, e in particolare dal canale della Marecchia, e da quel di Fano, mettono sotto gli occhi la cosa con più evidenza.

§. VII.

Delle vere cagioni del peggioramento seguito in questi ultimi anni.

Escluse in questo modo varie delle cagioni credute, o sospettate da varj, vengo a quelle, che a me sembrano essere le vere, correlativamente alle quali io credo, che si debba pensare a' rimedj.

Il male della bocca consiste nelle aggestioni della ghiaia sulla stessa bocca, le quali impediscono l' ingresso alle barche. Conviene, o che il fiume ne abbia portata la maggior quantità, o che le forze che la dileguavano, e portavano via, togliendo quell' impedimento, abbiano fatto in questi anni un minor effetto, o che sieno seguite amendue queste cose insieme.

Se è vero, che il fiume in questi ultimi anni abbandonata la strada antica si sia divagato assai più del solito, devastando ora una parte di campagna, ed ora un'altra, deve sicuramente avere strascinata giù maggior quantità di sassi, e di terra. Sarà seguito in questi ultimi anni per la spontanea devastazione del fiume quello, che come si è detto al §. II. è seguito a tutta l' Italia in questi ultimi secoli per la coltivazione delle colline, e montagne. Il fiume è divenuto più torbido, e più ghiaioso, e più materia ha strascinata sulla bocca.

Io son persuaso, che la maggior parte de' suoi sassi, da' quali credo, che le ghiaie si formino col moto continuato dell'acqua pregna

di arene, e frantumi di sassi, i quali strisciandosi con moto continuato sopra di essi gli assottiglino, e liscino, li pigli la Marecchia assai più in alto ne' valloni, pe' quali scorre a piè de' monti: ma pure se in vece di correre per un letto regolato corrode i fianchi, e gira ora di qua, ora di là, deve impregnarsene di più, e strascinarne una quantità maggiore.

Si vede nell'istoria del sig. Calindri, che anche in altri tempi si è temuto questo accrescimento di materie prese per istrada, onde si ordinò, che niuno ardisse di coltivare la terra di qua e di là dalla Marecchia alla distanza di varie canne. Credo veramente, che a proporzione di quanto essa porta da' monti, ciò che può pigliar per istrada in vigore della semplice coltivazione, sia tanto poco, che non meriti il divieto di essa coltivazione colla perdita di tanto terreno: ma una devastazione di siti prima intatti, o pieni di materie depositate prima più in alto e ammucchiate, è un oggetto di maggiore rilievo.

Questo appartiene alla prima cagione, ora conviene passare alla seconda. Le forze che dileguano le brecce dalla bocca, o sono quelle del fiume, o sono quelle delle correntie del mare nelle burrasche. Quelle del fiume, credo che non possono far altro, che spingerle fino ad una certa piccola distanza dalla bocca.

Acciò il fiume possa strascinare le ghiaie di una determinata mole, vi vuole una determinata velocità, di un determinato corpo di acqua correlativa alla pendenza del fondo, su cui convien *ruzzolarle*. Per questo ogni fiume, ove si allontana da' monti, e corre per una vasta pianura, si spoglia di tutte le ghiaie, e corre in materie tanto più sottili, quanto colla pendenza scemata, si scema la sua velocità, e la facilità di vincere la resistenza delle materie portate, che vanno più facilmente in giù per un piano più declive. Entrando in mare si scema la velocità, e il fondo diviene sul fine degl' alvei per l' ordinario piuttosto acclive, e più innanzi, ove la spiaggia sia assai sottile, come qui poco declive. Quindi perde il fiume la forza di spingere, e le materie rimangono.

Se i moli che stringono, si avanzano; si mantiene per più lungo tratto la velocità del fiume: questa fa, che urtate con più impeto quelle ghiaie, divenute più vicine alla bocca con quel prolungamento, il quale l' ha accostata ad esse, sieno spinte più avanti; ma arrivate a quella distanza dalla nuova bocca, che avevano dalla precedente, si fermeranno di nuovo, come si erano fermate prima.

In parità di prolungamento di moli una maggiore o minore velocità, con cui l' acqua si presenti alla bocca, e un maggiore o minor corpo di essa acqua, sono le sole cagioni, che ponno variare la forza, che ha essa per ispingere più o meno innanzi le ghiaie, e

allontanarle dalla bocca, e così anche spargerle più, o lasciarle ammucchiate in maggiore altezza.

In quanto alla massa delle acque si è veduto nel §. precedente, che poca a proporzione del totale ne può essere uscita dagli squeri. Le piene sono state in questi anni grandissime, e in quest' anno, e in questi ultimi giorni più grandi e più forti, e la stessa grande altezza delle piene è stata la cagione, per cui una maggior quantità ne è uscita per sormontazione; onde pare che debba esserne rimasta anche piuttosto maggiore, che minore la quantità dentro il canale; eppure non ha prodotto questo corpo maggiore un effetto sensibilmente maggiore.

In ordine a questa quantità vi sarebbe da temere una cosa sola cioè, che alzatasi più la ghiaia sotto il ponte, ne sieno rimaste minori le luci, e minore quantità sia passata per esse; o che empitosi più di prima il canale medesimo di ghiaie, ne riceva una quantità minore, facendo così, che una parte maggiore ne vada via per sormontazione senza arrivare alla bocca.

Se si avessero gli scandagli, e le sezioni sotto il ponte, e pel canale fatte ne' tempi andati con quella diligenza, con cui ora pel canale medesimo le ha fatte, e notate, e delineate per metterle sotto gli occhi il sig. Calindri, si potrebbe giudicare di questo con sicurezza; ma pel passato non si è usata alcuna di somiglianti diligenze.

In ordine al ponte, neppure basta quella osservazione accennata al §. 4. dell' Articolo I., con cui in un sito determinato si ebbe un indizio dell' essere la platea del ponte inferiore alla ghiaia palmi 16, o sia piedi 12. Può essa ghiaia essere più ammassata sotto un arco, che sotto un altro, e i fiumi ora scavano o depongono più da una parte, ora dall' altra. Converrebbe prendere una linea orizzontale, che abbia rapporto dato co' segni stabili del ponte, e notare per tutta questa linea ad ogni canna, quanto vi è fino alla ghiaia del fondo del fiume. Così si avrebbe tutta la sezione di ogni arco, e la somma di tutte le luci, la quale si potrebbe confrontare fra se in due tempi, e così giudicare della quantità dell' acqua, che passa per esse, quando il pelo di essa ha una certa altezza. Così pure dalle intere sezioni dell' alveo prese a diverse distanze date, si può giudicare della sua capacità, e confrontare in ordine a queste cose, che danno i rapporti delle moli d' acqua, i due tempi de' quali si tratta.

Mancandoci ora tutte queste osservazioni, convien andare per via di congetture. Se si confrontano le luci del ponte d' adesso con quelle, che vi erano nella gran piena dell' anno 1727, che è stata maggiore di tutte le seguenti fino a quest' ultima; si trova un indizio, che fa credere la loro diminuzione, o sia l' alzamento del fondo sotto il ponte seguito da quel tempo in qua. Vi è un segno vicino

a S. Antonino, inferiore al ponte, ma poco lontano da esso, al qual segno allora giunse la piena, e al quale ora non è arrivata, e vi sono de' siti superiori, a' quali è ita l' acqua per di dietro, che sono stati ora passati considerabilmente, e gli occhi del ponte sono stati ora chiusi tutti, la qual cosa non so se allora seguisse. Ma quando anche sia seguita, allora si vede, che ora sotto il ponte è passata minor quantità d' acqua, che allora, eppure ora n' è rimasta indietro sostenuta più d' allora, andata poi altronde in mare per di dietro sulla via Flaminia e per li campi, o ricaduta più giù nel canale: un tal fenomeno appunto deve seguire, quando per un alzamento di fondo si sieno diminuite le luci.

Pigliando questi intervalli di tempo, si ha ancora una cagione sicura di tale rialzamento, ed è, che intanto i moli sono stati prodotti alquanto, e la produzione di essi moli ha da portare infallibilmente un alzamento di fondo sotto il ponte, e in tutto il tratto inferiore e superiore dell' alveo. Ogni fiume a proporzione della qualità delle materie che porta, e della quantità delle acque relative alla larghezza dell' alveo, deve avere una determinata pendenza, rimanendo la sua superficie, e la direzione del suo fondo ragguagliato in una linea curva di un determinato andamento, che abbia una determinata pendenza per miglio, corrispondente ad ogni determinata distanza dallo sbocco in mare. Se lo sbocco in mare col prolungare i moli si avanza, si avanza insieme questa linea, e coll' avanzarsi di essa, si devono alzare tutti i siti determinati, corrispondendo ora una sua parte più lontana dal mare, e però più alta a que' siti, a' quali corrispondeva prima una più vicina, e però più bassa. Quindi anche sotto il ponte dovendo ora corrispondere in quella linea pendente una parte più lontana dal mare che allora, e però più alta, deve essere cresciuto il fondo, e però devono essersi diminuite le luci, e la quantità dell' acqua, che passa sotto il ponte.

Questa ragione non vale in questi ultimi anni, ne' quali non si è ito innanzi co' moli almeno d' ambi le parti. In essi vi può essere stato un alzamento maggiore solo in caso, che realmente le evagazioni del fiume sieno state maggiori, e avendo smosso più terreno, e più sassi abbiano resa l' acqua più carica di materie più grosse, nel qual caso il fiume avrebbe richiesta maggior pendenza nel suo fondo, e però ancora a pari distanza dal mare maggior altezza in esso tanto nell' alveo inferiore, quanto sotto il ponte, e in conseguenza una minore massa d' acqua portata ad urtare la breccia sulla bocca.

È vero bensì, che in ordine al ponte, questo alzamento di fondo non fa diminuire tanto l' acqua, che passa sotto di esso in quelle

piene, che non arrivano a chiudere tutte le luci degl'archi, come sono state tutte le piene degl' anni scorsi, e che dopo che nelle parti inferiori dell' alveo sono stati sostituiti i moli alle palizzate, il minor impedimento laterale lasciando più libero il corso all' acque, par che abbia dovuto far escavare più l'alveo del canale in que' siti, nel quale di fatto si son trovati fondi tali, come si è detto al §. 4. dell' articolo 1., che hanno al fine lasciati in aria i fondamenti de' moli scalzandoli, e gli hanno fatti cader in dentro. Essi fondi maggiori si sono trovati là giù vicino alla bocca, ove vi sono i moli di pietra; ma dalle sezioni del sig. Calindri si vede, che su verso S. Antonino i fondi sono così miserabili, che in varie sezioni non vi è quasi fondo alcuno sensibile, cosa che sempre più conferma una aggestione di ghiaie, e alzamento considerabile nelle parti superiori del canale.

Ma neppure la velocità del suo urto può incolparsene, come si è veduto nel §. precedente. Oltre alle cagioni ivi esposte, la produzione del canale avrebbe dovuto scemare la velocità, scemando la pendenza; ma oltre che il rialzamento dell'alveo sotto il ponte, e nelle parti superiori, deve aver tolta tutta la diminuzione di essa pendenza, riducendo l'alveo alla forma della linea primiera, connaturale a quella specie di materie portate dalle acque, o come si è detto forse ancora più pendente; la differenza della velocità, che in parità di piene si può aver sulla bocca, non può essere sensibile, nè operare disuguaglianza di effetti. Quindi convien ricorrere all' azione delle correntie del mare tempestoso, le quali ora sieno state meno efficaci a sgombrare la bocca di quello, che lo fossero prima, e conviene rintracciarne la cagione. Quelli che sbarazzano la bocca dalla ghiaia sono i venti di Levante, come si è detto al §. 4, i quali sono assai più efficaci de' venti di Ponente, e Tramontana; giacchè i primi distendono la ghiaia per tre miglia sulla spiaggia sinistra qui, e più ancora la distendevano a Fano prima del guardiano, al quale ora l' addossano in tanta copia. Ora non può dirsi, che i venti di Levante sieno stati in questi ultimi tempi meno gagliardi. Le due ultime burrasche gravissime, che ho veduto io stesso, sono venute con vento di Greco-Levante, o Greco, e quest'ultimo è stato così violento, che in città ha fatti cadere varj cammini, e che avendomi preso per istrada nel mio ritorno da Pesaro col sig. Conte Garampi la sera de' 22, ci mise in continuo rischio di ribaltare, costringendoci a ricoverarci in un casino al Terzo senza tirar innanzi, e la mattina de' 23, che appena tornammo, avendo esso poi seguitato ad infuriare tutto il giorno: eppure non solo non si è sgombrata la bocca, ma si è caricata sempre più, e quasi totalmente chiusa.

Ecco dunque finalmente, come io concepisco, che la cosa sia andata, e quale credo, che sia la vera principale cagione di questi mali;

conforme a quello, che ho pur inteso pensarsi da molti di quelli, che ho esaminati su questo punto. Il fiume porta le ghiaie fino alla bocca, e come la sua velocità sufficiente a spingerle più avanti, cessa in piccola distanza dalla bocca, ivi le deposita anche a mar quieto; ma molto più quando una tempesta con vento di Tramontana lo rimbocchi, ed accresca l'impedimento, nel qual tempo spingendole da una parte il fiume, dall'altra il mare, si ammucchiano, e si alzano quasi a modo di una muraglia, come si vede nelle carte del sig. Calindri. Le burrasche di Levante, che hanno qui tanto più di forza, le gettano verso Ponente, e le distendono lungo la spiaggia sinistra, come si è detto al §. 2. dell' Articolo I.

Aiuta a questo una corrente, che è vicino alla bocca, ed espressamente subito fuori de' banchi di ghiaia, va per un pezzo verso sinistra contro la corrente generale dell' Adriatico, benchè in una distanza un poco maggiore si rivolga il corso a diritta. Ho notata questa doppia direzione in amendue le occasioni delle due grandi piene, osservando la posizione della torbida. Essa quantunque l'esito libero affatto non l'avesse, che sulla punta del molo destro, verso la quale si son veduti andare ancora più galleggianti, massime quando il vento da Levante non li forzava verso la sinistra, e la piena abbassata lasciava meno libero il moto alla superficie sopra il banco di ghiaia; ad ogni modo subito dietro a quel banco si vedeva distendersi a sinistra, e spingersi a modo di cuneo, che più volte ho notato col canocchiale terminatissimo in una punta, che si sforzava di avanzarsi più oltre, vedendosi distintissimo il limite fra l'acqua azzurra del mare, e la gialla fangosissima del fiume. Dietro a questa punta essa voltava a destra, e si distendeva per lunghissimo tratto di più miglia sul principio con un limite ugualmente distinto per la parte esterna, che riguarda l'alto mare, indi a poco a poco più diluto e sbiavato, non vedendosene più verso il fine alcun termine. Dalla parte di dentro verso la spiaggia, questa come lunga coda, o ventaglio di torbida si vedeva più diluta, e di limite incerto; ma pure si vedeva tra essa, e la spiaggia, prima il mare azzurro, e poi la torbida dell' Ausa, che verso la sua bocca era assai più gialla, indi rasente la spiaggia istessa veniva sempre più diluta fino alla bocca del Porto.

La bocca dell' Ausa è voltata assai obbliquamente alla spiaggia verso la sua sinistra, cioè verso il Porto, e appena uscita trova questa, che qui chiamano fossa, e si trova quasi da pertutto nelle spiagge sottili, avendola io osservata anche sulle spiagge del Mediterraneo. In poca distanza della spiaggia stessa, corre come una specie di scalino di arene, cioè un banco più alto, lungo, e stretto, e in varj luoghi, ve n'è più d'uno l'un dietro all'altro, ove rompono le onde

prima di arrivare alla spiaggia, e dietro ad esso banco trovano di nuovo un fondo assai maggiore, nel quale spesso le barche colte all' improvviso dalla burrasca si spingono per di sopra a quel banco, ed ancorate vi si tengono come in un porto. Io credo che la fossa intermedia sia cagionata dal ritorno, che fa l'acqua dell' onde rottesi sulla spiaggia, la quale si vede sempre dar indietro con molta velocità, finchè arrivi l'onda nuova, onde in quell' andare, e tornare, ivi ove nel mezzo vi è un continuo celere moto dell'acqua, le arene parte si buttano innanzi sulla spiaggia, parte tornano indietro sul banco, e lo accrescono, e innalzano, formando quella come barriera.

Incanalatasi in quella fossa l'acqua dell' Ausa, benchè di forza non troppo grande, determina l' acqua della Marecchia ad andar ancor essa da quella parte, dalla quale trova minor resistenza, e avanzarsi a sinistra, finchè dilatarsi a poco a poco, e perduta la forza sua, sia poi rivoltata dalla corrente comune verso Levante.

Qualunque cosa ne sia della cagione, si vede manifesto l' effetto dello stendersi tutte le ghiaie per lungo tratto a sinistra, e non vedersene per un pezzo alla diritta rispetto al molo destro. Ora quella qualunque causa che le spinge verso la sinistra, se da quella parte trova un vano che la riceva, può facilmente farle insaccare in esso; ma se trova questo come sacco già empito, non può spingere tutta la massa già radunata insieme, colla nuova quantità sopravvenuta; onde si fanno gli arresti, e si forma in faccia alla bocca quel dosso. Formato il dosso, tutta la ghiaia che sopravviene, vi si arresta, e cresce, e forma alfine anche l' isolotto.

Prima di questi ultimi anni, quando per le prime aggestioni rimaste dopo la riempitura del sacco laterale, il Porto comincsava ad essere meno buono, si andava innanzi con amendue i moli. La corrente rinchiusa costringeva la breccia ad allontanarsi più, e allora a mano manca al lato di essa non vi era ghiaia, ma un altro come sacco vuoto, dove le Levantare potevano precipitare quella, che rimaneva in faccia alla bocca: così per qualche altro tempo la bocca rimaneva sufficiente, e coll' andare sempre innanzi, si andava mantenendo il Porto meno inusuale di quello sia adesso. Ora da molti anni non si è andato innanzi almeno col molo sinistro, e questo solo già rende ragione della tanto peggiore costituzione della bocca.

Ma vi è un'altra cagione della maggior resistenza, che hanno avuta questi ultimi anni le Levantare per sgombrare la bocca, la quale anche ha fatto, che le burrasche da Tramontana hanno buttata della ghiaia sulla stessa bocca, e resola più cattiva, esse sole più volte senza nuova fiumara. Questa è quel nuovo letto, e bocca, che si è formato il fiume dalla parte sinistra del molo, coll' acqua uscita per

sormontazione, e massime per quella uscita fuori dallo squero sinistro, della qual cosa si è parlato al §. I., e IV. dell'Articolo I., e al §. VI. di questo Articolo, strascinando così in mare tutta la ghiaia, che per tanti secoli si era adunata sulla spiaggia da quella parte. Una quantità di questa, che è stata spinta più innanzi in mare, le burrasche da Tramontana l' hanno rigettata sulla bocca addosso all' altra portata dal fiume pel canale, e una gran massa stessa, a modo di argine perpendicolare alla spiaggia, offerisce un nuovo maggiore ostacolo alla ghiaia della bocca del canale impedendo, che le Levantare la spingano verso mano manca. Come questo nuovo alveo ha cominciato a formarlo il fiume da pochi anni in qua, così esso ci dà una cagione naturalissima del tanto maggiore peggioramento seguito nel Porto in questi ultimi anni. In quest' ultima piena questo letto nuovo si è dilatato, ed è grandissima la quantità della ghiaia che ha spinta in mare, facendo una lunga punta fra le due correnti, come ho riconosciuto andando al molo, e salendo sulla torre della lanterna.

Così le cagioni di questi ultimi maggiori peggioramenti si riducono a due, una maggiore quantità di ghiaia portata giù dal fiume per le devastazioni, che esso ha fatte nelle campagne contigue, colla libertà avuta di mutar letto, e una maggiore difficoltà di spingere a sinistra le ghiaie, che hanno incontrate le Levantare, per non essere vuoto il sito immediato da quella parte, nel quale esse potessero insaccarvele: alle quali cagioni converrà cercare nel terzo articolo gli opportuni rimedi.

§. VIII.

Delle cagioni de' danni, che ha sofferti il canale considerato in se stesso.

I danni del canale considerato in se stesso, sono principalmente la rovina de' muri, e delle palizzate. La rovina de' muri, che formano i moli, può nascere principalmente da due cagioni: la prima si è, che l' acqua stravasata, o uscita per lo squero, formando il corso per di dietro al molo, rasente il medesimo, lo lasci in isola, facendolo poi cadere con ogni piccolo urto. La seconda si è, che il fiume scavando dalla parte di dentro ove scorre lungo esso molo, arrivi al fine de' fondamenti, e scalzatili per di sotto, lo faccia cadere dentro il canale. A questo si aggiunge una cattiva costruzione, che facendo poco fondi i fondamenti, faciliti lo scalzarli, o collegando male le parti faccia, che facilmente la mole si sciolga all' urto della corrente.

La prima delle due maniere ha messa in grave pericolo tutta la partita del molo sinistro, quando la nuova corrente formata accanto

ad esso cominciò a lasciarlo in isola, e vi si è rimediato comunque con degli arginetti, e palizzatine, che hanno alquanto allontanata da esso quella corrente, almeno nelle sue parti inferiori.

La seconda ha messa prima in pericolo, e poi fatta ora cadere quella parte di molo destro, di cui si è parlato al §. 4. dell' articolo 1. Di questo pericolo ne avea già parlato il sig. Calindri varj mesi addietro, ed ora i primi scandagli fatti dopo il mio arrivo mostrarono cresciuto lo stesso pericolo: io feci subito quel conto che ho messo su allo stesso articolo, per vedere quanto poco vi rimaneva di fondamento sotto il fondo scavato, e parlai a varj Signori qui, e ne parlai anche a Pesaro al sig. Ardizzi, Signore, la cui abilità, e diligente industria nel dirigere i lavori di quel loro porto, avevo già intesa per altrui relazione, ma molto più ebbi occasione io stesso di ammirare parlando con lui, e vedendo il giorno seguente la sua macchina, e i muri, e le palizzate così ben intrecciate sul gran guardiano finito ultimamente. Con esso in presenza del sig. Conte Garampi, la stessa sera appena giunto parlai a lungo, udendo la relazione di quanto apparteneva alle qualità passate, e presenti del loro porto, e alla maniera da loro tenuta ne' loro ripari, e proponendogli tutta la mia idea del male di questo porto, e de' rimedj, a' quali pensavo, nominatamente di questo pericolo, che questa individua parte di molo correva di essere scalzata, e rovinata: ma la prima delle due piene ha fatto crescere il male, nè io ho avuto comodo di far fare più degli scandagli, non essendosi in que' pochi giorni, corsi prima di questa ultima così terribile, mai quietato il mare abbastanza: ed essa ultima ha prevenuto ogni rimedio, e precipitata la mole in acqua.

La maniera del lavoro de' moli espressa su al §. 4. dell' articolo 1, ha contribuito assai alla rovina del molo, e contribuisce tuttavia al suo presente pericolo. L' aver fondati i pietroni sulle semplici teste de' pali, e il resto del muro fatto a sacco sull' attuale fondo del fiume, senza scavar punto per formare un continuato fondamento su di un fondo più stabile, il non avere abbastanza collegati essi pietroni col rimanente del muro, onde essi l' hanno abbandonato, e son caduti da se, ha facilitato il danno: ho pur inteso da varj, che appena fatti gli stessi muri, si è sentita per entro ad essi gorgogliar l' acqua, la qual cosa se fosse vera, ognuno vede quanto sarebbe stata perniciosa. Ma sopratutto io credo, che abbia nociuto assai l' avere adoprati pali troppo corti, e molto più l' averne decapitati varj, quando si sentiva una maggiore resistenza, onde ne è provenuto, che troppo facilmente sono stati scalzati, e fa sì che in oggi si stia sull' incerto della precisa quantità, per cui in varj siti si trovano ancora sotto il fondo attuale del fiume, e quanto vi manchi per essere scalzati.

Simile è stata sempre la cagione, per cui ne' tempi andati sono stati tante volte rovesciati i muri. Le palizzate devono avere patito più volte per simile cagione. Quelle dentro il canale devono ancora aver sofferto dall' urto delle piene, ma meno assai, che quelle, le quali sporgevano in mare, come sporge tutt' ora il pezzo di palizzata aggiunta al molo destro, hanno patito, e patiscono dalle onde nelle burrasche. Le medesime palizzate dentro il canale devono avere patito col tempo anche infradiciandosi, massime fra le due acque alta e bassa, ove sono ora bagnate, ed ora asciutte, ma quelle che stanno in mare hanno patito assai, e patiscono presentemente per li vermi che le corrodono, i quali portati d' America co' vascelli, e propagatisi in Europa hanno messo tanto in pericolo, e in allarme l' Olanda per le loro dighe, ed ora fanno tanta strage delle palizzate nell' Adriatico. Essi vermi non si avanzano nell' acqua dolce, ma nell' acqua marina riducono i legni più duri in tre o quattro anni a pura spugna, e li fanno comparire tanti pezzi di favi di cera cavati da un alveare. Quindi le palizzate dentro i fiumi, se sieno fatte di buon legname durano anche 30 anni; ma in mare in tre o quattro anni sono di già rovinate affatto, e conviene andare continuamente rimettendo i pali.

Ho veduta adesso a Fano una parte di palizzata appartenente al nuovo guardiano, rovinata affatto da una burrasca, benchè fosse come incastrata nel muro, e sostenuta alle spalle da un muraglione continuato, e a' fianchi da due come denti, che da esso si spingevano verso Ponente. Quella ha patito per una burrasca, venuta con vento di Tramontana, da cui non temevano molto; onde anche essa palizzata non era molto rinforzata co' pali trasversali. Da una lettera di Fano ho che quest' ultima burrasca seguita dopo la mia partenza di là, ha svelti tutti i pali, che guarnivano la punta del medesimo guardiano, e ha fatte di sotto delle grotte nel muraglione, che lasciano pendente in aria la punta istessa in atto di cadere al primo urto; ma a Pesaro dove coll' assistenza del sig. Ardizzi si è lavorato con altro metodo per la sodezza, benchè la piena abbia inondata mezza città, e il mare abbia infierito, quanto per tutto altrove, niuno de' lavori si è risentito punto.

Le passonate di Fiumicino le ho vedute io stesso svellere alla bocca del ramo navigabile del Tevere, come ho detto di sopra, e la cagione si fu un navicello affondato nella bocca, che si trascurò di ripescare. Esso restringendo l' alveo fece fare due gorghi da' due fianchi, che scalzarono i pali fin sotto alle punte, e una gran partita ne svelsero, e portarono in mare, un' altra piegata tutta ne resero inservibile.

All' opposto al porto di Magnavacca vicino a Comacchio vidi,

quando andai a visitarlo, l' effetto de' vermi, i quali avevano corrosi affatto dentro lo stesso canale, che ivi è d'acqua salsa, e resi affatto inservibili tutti i pali, rovinando totalmente amendue le ale delle palate, che pochi anni prima avevano costato più di 30 mila scudi, e convenne al sig. Lepri, abbandonata l'idea de' pali, ricorrere ad altri mezzi per sostenere le sponde di esso canale.

Di somiglianti esempj ne potrei portare molti, de' quali sono testimonio di veduta, e molti più se ne potrebbero ricavare dalle relazioni altrui; ma questi avanzano in una materia così chiara da se, come lo è questa, che l'essere presi i muri, o le palizzate da una corrente per di dietro, l'essere scalzati a poco a poco per di sotto innanzi, l'essere urtati con impeto dalle burrasche, l'essere consumati i pali da' vermi senza averli mutati a tempo, sono le funeste cagioni della rovina delle palizzate, e de' moli murati, dipendendo anche assai l'effetto di queste cagioni violenti della qualità del lavoro atto più o meno a resistere, e sostenersi.

ARTICOLO TERZO.

De' Rimedj.

In quest' ultimo articolo parlerò collo stesso ordine de' due precedenti, parlando prima della bocca, indi del canale.

§. I.

De' rimedj per tener aperta la bocca, posto che la Marecchia debba seguitar ad andare nel porto.

Si è veduto, che tutto l'impedimento della bocca nasce nelle materie, che la Marecchia porta, e che si arrestano sulla stessa bocca, senza che ne sieno portate via, e dissipate. Quindi o conviene far in modo, che la Marecchia non le porti, o far che non le deponga in vicinanza alla bocca, o far che dopo la deposizione non vi rimangano da ammucchiarsene in tanta copia, che possano formare i banchi, e chiudere la stessa bocca. È evidente, che è necessaria una di queste tre cose. In quanto alla prima, la maniera più efficace e sicura, per far che la Marecchia non porti le materie sulla bocca, si è l'impedire, che la Marecchia venga in porto: ma di questo argomento si parlerà in un altro paragrafo, essendo questa l'unica via, che possa rendere con sicurezza, e stabilimento buona la bocca, ed anche più sicura e stabile la conservazione del canale.

Entrandovi la Marecchia non è possibile l'impedire, che essa non

istrascini seco delle materie, e delle grosse, quanto è la ghiaia non tanto minuta, che vedesi sul banco formato in faccia alla bocca, e sulla spiaggia vicina occidentale. Essa ha troppo vicini i monti, o le colline, ed ha troppa pendenza corrispondente alle tante materie, che riceve, e che deve perciò tramandare al basso. Solo si può pensare a minorarne la quantità, e di questo pure parlerò in altro paragrafo. Ma questo rimedio non potendo far altro, che minorare il male, non è un rimedio essenziale.

Che la roba portata dal fiume non si arresti, io non credo, che possa ottenersi in conto alcuno. Si è veduto al §. 6. dell' articolo precedente, quanto poco io speri in tutti que' rimedj, che si possono proporre per far crescere la velocità dell' acqua. Se si trattasse di semplici banchi di arena, pur pure potrebbe sperarsi alcuna cosa dalla velocità maggiore dell' acqua; ma trattandosi di ghiaia, e non così sottile, io sono sicuro, che il fiume sempre la deporrà in poca distanza della bocca. Si aggiunge, che per li motivi addotti nello stesso secondo articolo, la perdita che continuatamente si fa grandissima ne' canali, della velocità precedente, non mi dà speranza di accrescerla molto sulla bocca, e molto meno in quella distanza da essa, in cui si depongono le ghiaie. Essa potrebbe crescere alquanto solo crescendo il corpo dell' acqua, e questo può farsi crescere coll' impedire le stravasazioni, e tenere unita l' acqua del fiume, della qual cosa parlerò più innanzi, ove si parlerà del canale, ed alveo superiore. Ma tutta quella spinta maggiore, che può sperarsi da qualche accrescimento del corpo dell' acqua, e per mezzo di essa, della velocità, non può far altro, che allontanare un poco più il sito delle deposizioni. Quando si è veduto, quanto sono state inoperose le tre grosse piene di questo mese, e la terza di esse così terribile, non credo che possa più farsi alcun fondamento per una cosa di rimarco sulli mezzi, che tendano a crescere li suddetti due principj della forza impellente, che sono la quantità, e la velocità dell' acqua del fiume. Essendosi quietato il mare sono ito al Porto dopo di avere scritte le cose suddette, ed ho fatta fare una scandagliata a traverso al banco di ghiaia: si è veduto, che esso in cima si è abbassato, essendosi distesa la ghiaia per di dietro a una maggiore distanza, e come spianata; ma il forte del ceppo è rimasto immobile al sito suo per più piedi di altezza. Quello che non ha fatto un corpo di acqua così formidabile e violento, come potrà sperarsi da qualunque accrescimento di velocità, e di corpo, che possa l' arte dare alle correnti ordinarie?

Rimane dunque a vedere cosa possa farsi per impedire, che le materie deposte si arrestino, o si accumulino. Si è veduto al §. 7. dell' articolo precedente, qual sia l' unico agente, da cui possa avarsi

l' effetto desiderato dello sgombrare la bocca portandone via gli arresti, e quali sono stati gli ostacoli, che l' hanno impedito più che mai in questi ultimi tempi. *Questo agente* è la forza delle burrasche da Levante, e Greco-Levante, il quale dovrebbe spingere le ghiaie a sinistra verso Ponente: l' impedimento è stato l' aggestione di esse da quella parte coll' essere già empito quel sacco, in cui avrebbero dovuto essere spinte.

Rimedio a questo impedimento sarebbe la prolungazione de' moli, la quale ho veduta universalmente desiderata da' paroni, e altra gente di marina, e dal medesimo paragrafo si vede, che io sono persuasissimo, che l' andare avanti co' moli quanto bisogna, sarebbe un efficace rimedio per andar mantenendo la bocca meno cattiva. Son persuaso, che in que' tempi, ne' quali si andava innanzi spesso co' moli, la bocca era abitualmente meno cattiva, e che anche adesso adoprando spesso questo rimedio si renderebbe pur meno cattiva.

Ma in primo luogo sono persuaso, che per li disordini seguiti in questi ultimi anni, ed esposti al medesimo §. 7., della nuova bocca apertasi a Ponente, che ha spinta in mare tanta ghiaia, e formata quella lunga barriera, converrebbe ora prolungare subito moltissimo essi moli, per andare in là dal termine di questa barriera istessa. Quando si avesse a prendere il partito di questo rimedio, converrebbe prima mandar a scandagliare la spiaggia sinistra, andando dalla dirittura del molo sinistro con varie linee parallele alla spiaggia tirate a varie distanze date, come di una canna fra linea, e linea, e ad ogni canna esaminare il fondo collo scandaglio. Si verrebbe allora in cognizione della precisa quantità della ghiaia, e sua situazione, per vedere, quanto converrebbe prolungare i moli per uscire fuora dalla sua massa più forte, e attiva in ordine all' impedire la spinta a sinistra di quella, che il fiume va portando di mano in mano. Questa scandagliatura sarebbe utile per varj altri capi, ed io l' avrei fatta eseguire, se il mare l' avesse permesso; ma potrà facilmente ordinarsi al sig. Calindri, il quale colla sua solita esattezza potrà eseguirla dopo la mia partenza.

Quello che mi fa credere, che debba trovarsi una assai grande massa, e prolungata assai in mare a modo di una lunga barriera, si è il vedere dalla nostra loggia col canocchiale spogliata affatto la spiaggia di ghiaie per un considerabile tratto, per cui è ita in mare tutta la grande quantità dell' acqua uscita dal letto a sinistra, vedendo da ambe le parti di questo come alveo la barriera delle ghiaie ben alta; e dopo l' ho molto meglio riconosciuta, come ho accennato nel fine del §. 7. dell' articolo precedente, dalla torre della lanterna. Mi è pure stato detto da varj, che hanno osservato la giù in questi ultimi anni dopo le prime eruzioni da quella parte, che hanno

veduta questa considerabile aggestione di ghiaia spinta in mare, e rimasta a modo di un argine fra le due correnti dell' alveo antico, che forma il Porto, e del nuovo, che ha portata in mare questa nuova corrente.

Quando anche però quest' argine realmento non fosse così lungo, onde non fosse necessario il prolungare i moli per troppo lungo tratto tutto in una volta, ad ogni modo converrebbe slungarli assai in poco tempo a più riprese. Il rimedio de' moli slungati è un rimedio provvisionale, che dura poco: sul principio la bocca si pulisce dalle burrasche di Levante, ma presto si empie il sacco laterale, e cominciano a formarsi i nuovi arresti; onde conviene di nuovo andar innanzi, e però, se non si fa un grande prolungamento tutto insieme, conviene farlo in più volte, ma in modo da trovarsi in poco tempo assai innanzi.

Ora in primo luogo questo rimedio non rende mai pienamente felice la bocca; giacchè essa s' ingombra in ogni piena di fiume, massime quando questa venga unita ad una burrasca di Tramontana, che arresti la corrente del fiume, e per liberarsi dall' arresto conviene aspettare una forte burrasca da Levante, o Greco-Levante, la quale qualche volta sta molti mesi senza farsi vedere, e per questo non è stato mai abbastanza buono questo Porto, come si è veduto nell' articolo primo.

In secondo luogo un considerabile avanzamento de' moli è assai pernicioso per un altro capo, il quale avendo io esposto a varj di que', che insistevano sulla stessa prolungazione di essi moli, mi hanno detto di rimanerne pienamente persuasi.

Più che si tirano innanzi i moli, più deve alzarsi tutto il letto superiore del fiume tanto nelle parti inferiori al ponte, quanto sotto il ponte medesimo, e più su di esso, come si è veduto al §. 7. dell' articolo precedente. Dovendovi essere in ogni fiume determinato una linea curva di una determinata obbliquità, che nel discostarsi dallo sbocco in mare va indietro sempre salendo; quanto più lo sbocco si discosta da un punto determinato dell' alveo, tanto più esso punto deve trovarsi elevato sulla superficie del mare istesso. Quindi quanto più si prolungheranno i moli, tanto più si troverà alto il fondo del canale in tutti i suoi punti; onde tanta più ghiaia vi sarà ancora sotto gli archi del ponte. Questo alzamento di fondo farà, che sul principio venga alla bocca meno ghiaia, dovendone rimanere per istrada quella parte, colla deposizione della quale si alza il fondo; onde anche per questa cagione, dopo il prolungamento de' moli, la bocca si trova meno cattiva: ma questo vantaggio dura poco; perchè ridotto il fondo alla pendenza di prima, si torna ad avere sulla bocca la stessa copia di ghiaia, che si aveva dianzi.

Dall' altra parte lo stesso alzamento del letto superiore è pernicioso assai per molti capi: tutte le superiori campagne saranno tanto più soggette alle inondazioni: gli archi del ponte saranno tanto più spesso chiusi affatto dall' acque, e si arriverà ad un tempo, in cui si chiuderanno ad ogni piena mediocre. Ognuno vede quanto questa cosa sola sia perniciosa massime pel borgo di S. Giuliano, che tanto più spesso sarà inondato, e con inondazioni tanto più alte coll' enorme incomodo di tante deposizioni, che rimangono in tale occasione nelle casucce della povera gente, e mettono la città in pericolo di avere delle malattie pestilenziali. Si aggiunge, che a lungo andare potrà patire il ponte stesso aggravato da tutta l' acqua, che non potendo passare se gli alzerà addosso per di dietro.

In una simile necessità si trova Roma al suo Porto di Fiumicino, dove dopo pochissimi anni conviene andar innanzi colle passonate per arrivare al sito di un fondo sufficiente, che sempre scema coll' avanzarsi della spiaggia; ma ivi questo prolungamento non porta conseguenze così cattive: imperocchè il Tevere, che cammina in un letto di materie sottilissime, da Roma al mare ha una pendenza molto minore di un palmo per miglio; e però quando lo sbocco in mare sarà cresciuto per un miglio intero, esso fiume in Roma non si alzerà, che un solo palmo di più. Ma come i fiumi che camminano in ghiaia, hanno una pendenza molto e poi molto maggiore; così molto e poi molto maggiore sarà qui il rialzamento del fondo, e però il danno della prolungazione de' moli molto più presto si sentirà considerabile.

A questi danni si aggiunge la doppia continuata spesa della nuova costruzione de' muri, o delle passonate da aggiungere, e della manutenzione, e continua riparazione di un maggiore tratto di essi già costruiti.

Da tutte queste cose si conclude, che il rimedio della prolungazione continua de' moli, per quanto possa essere utile per ottenere l' intento dello sgombrar la bocca dalle materie deposte dal fiume, ad ogni modo è un rimedio molto imperfetto, lasciando per qualche tempo intatto il male, portando una pessima conseguenza nell' alzamento dell' alveo, e richiedendo doppia continuata spesa nelle nuove aggiunte, e nella conservazione della maggiore quantità già fatta.

Se per questi inconvenienti si rigetta questo rimedio, è cosa evidente, che non vi rimane altro, che una espurgazione della bocca fatta a mano, oppure con istromenti idonei. Una tale espurgazione adesso, che già si è fatto da tanto tempo un ammasso di ghiaie così considerabile, dev' essere alquanto più dispendiosa; ma fatta una volta io son persuaso, che con poca spesa abituale si potrà poi andar levando ogni anno quello, che le piene anderanno portando di

nuovo. Il fiume abitualmente non porta giù le ghiaie: queste vengono strascinate solo nelle grandi piene, nelle quali col crescere la mole dell'acqua, si accresce la velocità verso il fondo. In tal caso solo chi sta in barca, sente la percossa continua delle ghiaie, che scorrono saltellando, e urtando nel fondo delle barche, e nelle parti basse de' lati delle medesime. Ma le piene assai grandi, nelle quali ne viene giù una quantità considerabile, sono per quanto tutti mi assicurano, assai rare. Quest' anno ne sono venute tre nel solo mese di Ottobre; ma questa è stata una cosa assai insolita, ed unica: generalmente ne sogliono venire due, o tre all' anno, e passano degli anni, che non ne viene niuna. Se una volta si cava quel presente grande ammasso, quello che sopravviene, non sarà cosa, che non si possa portar via con una spesa moderata, e tollerabile, tanto più, che quando la bocca sia resa libera, togliendo quel presente intoppo, la corrente medesima del fiume potrà spingere più avanti le ghiaie portate seco, le quali perciò più facilmente saranno portate via dalle Levantare per di fuora più lontano, e sparse sulle spiagge; onde vi resterà meno da fare per l' escavazioni artificiali.

Per giudicare di questo espediente convien vedere, quanto grande possa credersi, che sia questa presente massa, e in che maniera si possa sperar di espurgarla, e su questo si aggirerà il seguente paragrafo.

§. II.

Della quantità della ghiaia presente sulla bocca.

La quantità della ghiaia, che converrebbe scavare a mano, o per via di macchine, dipende dal fondo, a cui si voglia arrivare colla escavazione, e si può avere con molta esattezza facendo scandagliare tutto il sito con diligenza. Poco dopo al mio arrivo io ho scandagliato conforme al §. 2. dell' articolo 1. la metà di quel sito, che era in bocca, anzi più della metà, perchè stavamo considerabilmente a mano manca anche rispetto al molo sinistro.

In questi scandagli andando quasi a perpendicolo di quella isoletta bislunga, che allora si vedeva, e che si alzava poche once sulla superficie, a sei canne Riminesi di distanza, finiva la ghiaia in un fondo di piedi Romani 6, e 3 quarti, e andando secondo la sua direzione essa finiva alla distanza di 22 canne, ma alla distanza di 17. già vi era un fondo di piedi sette. Nelle linee intermedie la ghiaia finiva più presto, che all' altezza di 7 piedi, onde ve ne sarà dell' altra innanzi coperta di arena. Se ci limitassimo a 7 piedi di fondo nel

tempo dell' acqua colma, che era allora, i quali sono d' avanzo per l' uso ordinario di tutte le barche pescherecce, e delle piccole mercantili, senza star a fare un conto esatto, perchè ora le cose devono essere mutate, ma usando qualche compenso a occhio, mi pare dall' andamento di quella carta, che ho formata dagli scandagli, di poter considerare quella metà, come una piramide, la cui base sia un triangolo rettangolo lungo canne 20. alto canne 6, e l' altezza della piramide piedi Romani 7; e credo di metter così piuttosto più, che meno.

Riducendo tali misure col dare ad ogni piede Riminese once di passetto 29 e mezzo, e al piede Romano once 16. si trovano in essa piramide canne cube Riminesi prossimamente 57, delle quali ognuna contiene 1000 piedi cubi, quantità considerabile veramente, ma non tale da disperarne lo scavo manuale, o per via di macchine.

Se il tempo lo permetterà, prima della mia partenza se ne farà fare un' accurata misura, e il calcolo, per vedere la variazione, che hanno cagionata le ultime due piene, della quale ho solamente qualche idea della scandagliatura trasversale, di cui ho fatta menzione nel paragrafo precedente verso il fine: ma intanto farò due riflessioni, una delle quali accresce la quantità del lavoro, l' altra lo scema.

La prima si è, che oltre al pulire in faccia fino almeno a quel fondo, converrà levare dell' altra ghiaia verso man manca, lasciandola in un piano dolcemente inclinato verso la spiaggia, perchè rimanendo così tagliata a perpendicolo, ogni piccola burrasca da Tramontana ne precipiterebbe una buona parte nello scavo, benchè in ordine a questo potrebbe essere opportuno un ripiego, che mi ha fatto il favore di suggerirmi con una sua lettera il sig. ab. Batarra, approvando pure lo scavo attuale della ghiaia, e suggerendo varie altre cose, delle quali gli sono obbligato. Egli suggerisce, a fine d' impedire la ricaduta delle ghiaie laterali della man manca, un guardiano di palizzate, le cui teste restino sott' acqua: io le farei avanzare anche un poco più in su dalla superficie della massa di esse ghiaie.

Con questo mezzo si potrebbe anche minorare assai la spesa dello scavo. Dagli ultimi scandagli presi attraverso al banco, de' quali ho parlato or ora, si vede che esso banco si è dilatato, ma si è abbassato insieme in modo, che vi rimane da pertutto un' altezza di almeno quattro piedi Romani ad acqua colma, e l' estensione sua in lunghezza è di circa 30 canne Riminesi. Aprendovi un canale largo 5 canne in dirittura della presente bocca, sostenuto da due simili guardiani bassi, si avrebbe per la escavazione una base di canne quadrate 150, e la massa sarebbe alta ragguagliatamente in circa due

piedi Romani e mezzo, cioè in circa un ottavo di canna Riminese, o un settimo; sicchè dividendo per questo numero vengono da scavare canne cube prossimamente 21 in tutto, la qual somma pigliando l' intero riduce a un quinto il doppio di quelle canne 57.

La seconda riflessione, che dovevo fare, si è, che probabilmente aprendo varj fossi per mezzo a questo ammasso di ghiaia, la correntia dell' acqua, che vi si incanalerà incassata e ristretta, ne porterà via molta da se, corrodendo i lati. Due esempj trovo di questo, che mi animano a sperarne una grande diminuzione di lavoro. Il signor Carlo Agolanti mi ha detto, che pochi anni addietro si fece la prova di fare un canaletto sullo stesso dosso verso la parte sinistra, e che la correntia dell' acqua del fiume, che vi si avviò, lo slargò subito considerabilmente. Se fu tanto operativa l' acqua ivi di fianco, lo sarà molto più in faccia: di fatti lo è stata in un simile caso nella piena de' 2. del corrente mese. Arrivato io tre giorni dopo trovai, che vi si era aperta una sufficiente bocca in faccia in mezzo, per cui ho vedute più volte dopo entrare felicemente le barche pescherecce. Dimandai la cagione di quella apertura a varie persone di mare, e mi fu detto, che due giorni prima della piena, essendosi incagliata in quel sito una barca, parte essa coll' impeto che ve l' aveva portata addosso, vi aveva fatto uno scavo, parte si era per liberarla fatto a mano per di dentro e per di fuori un canaletto, il quale dalla corrente era stato slargato dopo. Aprendo dunque un canaletto anche più basso, l' acqua, che la giù cammina con molto maggiore velocità, essendo ristrett; spingerà una buona parte della ghiaia più innanzi, almeno in qu. siti, che già hanno una diecina di piedi di fondo, i quali sono poco lontani, e farà ciò, che non può far ora arrestata da tutta quella enorme massa.

Ne qui si può temere, che accada ciò, che accadde una mano di anni addietro dentro il canale assai più su, che vi si aprì un canaletto di qualche piede di larghezza, e altezza, e per più canne di lunghezza, il quale fu ragguagliato dalla prima piena col resto. Il ragguaglio ivi doveva seguire colle materie nuove portate, che vi si dovevano arrestare, oltre alle ricadute da' fianchi; mentre quello scavo, che non era continuato fino al mare, aveva formato il letto del fiume meno acclive di prima, meno di quello che richiede quella linea di regolata pendenza, di cui abbiamo parlato già più volte, e le deposizioni della materia nuova portata l' hanno ragguagliata col resto. Qui noi avremo un piano assai declive, che si trova al di là del banco suddetto di ghiaia, e l' operazione si farà in tempo, in cui il fiume non porta nuove materie, nè il mare suol far burrasche forti, scegliendo per una tale operazione l' estate.

§. III.

Del modo di far detta escavazione.

Giacchè il flusso, e riflusso del mare arriva ad abbassarne il pelo per tre piedi, una gran parte di questo banco a mare basso potrà levarsi a mano, e come la ghiaretta di cima è assai minuta, ancora colla pala lavorando i primi giorni nelle ore del mare alto in cima, e in quelle del mare basso più in giù, e come anche per due piedi sott' acqua può l' uomo lavorar facilmente colle mani, o colla pala, se ne può levare così tanto, che vada via tutta quella, che andava quel giorno 5 piedi sott' acqua, rimanendone due altri soli da levare con altri stromenti. La roba si può intanto andar buttando nelle barchette accostate, e trasportarsi facilmente sulla spiaggia sinistra, o su pel canale in vicinanza di quegli scavi, che il fiume ha fatti dietro al molo sinistro, se si vuol insieme empir quel sito: ma la meno dispendiosa cosa sarebbe il buttarla in una considerabile distanza dalla bocca verso la mano sinistra in mare, ove esso ha già un fondo considerabile.

In vece delle semplici mani si ponno immaginare varie macchine, colle quali l' operazione riesca più facile, e sia eseguibile anche in un fondo maggiore. Il sig. Conte Garampi avrà da Monsignor suo fratello un' opera, che diffusamente tratta della maniera di pulire i Porti, da cui si potranno ricavare i metodi i più adattati al presente bisogno. Converrà però riflettere, che i comuni cavafanghi de' Porti non ponno avere luogo qui, ove si tratta della ghiaia, dentro cui non si può penetrare tagliando.

Io credo, che facilmente si potrebbe operare con una zattera, sulla quale vi fossero fissati de' grossi perticoni, che avessero in fondo de' cassoni formati a modo di portimmondezze, ma in modo da poter fissar i manichi più vicino o più lontano dal cassone conforme al bisogno, e fissati girarli per alzare, ed abbassare esso cassone, e alzatolo, quando è pieno, voltarlo in fianco per vuotarlo entro a una barchetta. Presentato il cassone a piè della ghiaia, che si deve levare, si può con un rastello tirargli dentro la ghiaia superiore, ed empirlo, empito alzarlo colla burbera, o colla leva di dietro più lunga, tirando la cima del manico in giù con una fune, nel quale moto l' uomo, che per di dietro lavora, opera con tutto il peso della sua vita, abbandonandosi in giù, mentre a girare una burbera, o spingere orizzontalmente una forza equivalente a sole 25 libbre di peso, e messo a camminare in una ruota, impiega pure per quel piano inclinato, in cui può sostenersi, una ben piccola parte del suo peso totale. Credo, che un somigliante istromento, che tiri

dentro la roba per di sopra, possa fare molto più speditamente il lavoro, ove si tratta di ghiaia, che uno spuntone, o qualunque filo tagliente, che si voglia far penetrare dentro per ismuovere, dovendo simili stromenti trovare nella ghiaia una troppo grande resistenza.

Per altro vi è qui chi propone di far una prova con una specie di spuntone, che si adopra nello stato Veneto per le arene; ma egli crede, che possa servir benissimo anche per le ghiaie, e la spesa per una prova è assai piccola, costando poco la formazione di una zattera, il cui legname rimane. Proponendo un editto di offerte, si troverebbe forse, chi s' ingegnasse a ideare de' metodi, e a far delle pruove anche a sue spese. Che se si voglia cercar lontano, vi è in Olanda una celebre compagnia, che quando io ero all' Aia quattro anni fa, aveva cominciato a far le prove delle sue macchine per alzare le acque, e pulire i Porti, raddoppiando a molti doppj colla sola collocazione dell' uomo al lavoro la sua forza, sicchè agisse coll' intero suo peso aiutato anche dalla forza de' muscoli, per avere la privativa, e mi dissero, che avevano anche scritto in varie parti d' Europa esibendosi a mandar gente della loro compagnia, che fatte le macchine a modo loro soprintendesse a' lavori da farsi pure a conto loro, contentandosi di un 25 per 100 di meno di quello, che i medesimi lavori fossero prima stati fatti ivi da chiunque altro. Rimasi molto soddisfatto dell' effetto di una loro macchina, che mossa da un uomo solo alzava a 18 piedi di altezza un gran capo di acqua, che ne usciva per un tubo ben grosso. Erano nominati allora dagli Stati Generali i Commissarj per esaminare la cosa, ed ho posteriormente veduto nelle gazzette, che essendo riuscite bene tutte le prove avevano avuti tutti i privilegj, che desideravano.

Io non saprei indovinare così ora la spesa, a cui dovesse arrivare un tal lavoro. Vidi sul principio di quest' anno, trattandosi dello scavo del Rio Martino per seccar le paludi Pontine, ove doveva scavarsi veramente la terra, e non la ghiaia, ma doveva bene alzarsi ad un' altezza considerabile, e portarsi ad una considerabile distanza, che il Bertaglia, il quale in altri tempi aveva fatta far ivi qualche prova nella scrittura lasciata da esso, aveva computata una canna cuba Romana di dieci palmi Romani a 8 paoli. Una canna cuba Riminese ne contiene 15 di queste Romane; sicchè essa porterebbe 12 scudi, o le 57 canne suddette di terra scavata in quel sito porterebbero vicino a 700 scudi. È vero, che qui si deve scavare la ghiaia, e non la terra, e lavorar in acqua; ma è vero ancora, che qui deve alzarsi la materia a minor altezza, e portarsi assai meno lontano buttandola subito nel battello, mentre il trasporto colle carriuole è quello, che costa il più, e si aggiunge, che le giornate qui si pagano assai meno. Io sono persuaso, che attese tutte

queste cose, qui la spesa dovrebbe essere assai minore, ma una prova, e le offerte faranno meglio conghietturare il vero costo.

Se realmente si trovasse la spesa considerabilmente minore, si potrebbe allora fare uno scavo anche maggiore in faccia e di fianco, e fatta questa spesa una volta io son sicuro, che usando l' attenzione di escavare ogni anno quello, che sarà sopravvenuto di nuovo, la spesa di questa manutenzione non sarà considerabile. Non può sperarsi mai, che alcun porto anche di mare, toltine certi porti naturali profondissimi formati tra gli scogli, si mantenga senza qualche continuazione di spesa.

§. IV.

Dalla maniera di far venire meno ghiaia sulla bocca.

Nel principio del 1.° paragrafo di questo articolo ho detto, che avrei parlato a parte della maniera di rendere minore la quantità della ghiaia portata alla bocca: ne parlerò brevemente qui, e proporrò due cose sole, che hanno correlazione a questo punto.

La prima è correlativa a quello, che ho detto al §. 6. dell' articolo precedente, e consiste nel regolamento della parte del fiume superiore al ponte, impedendo, che esso vada ora di qua, ora di là devastando sempre nuovi siti, e portando tutta la roba, che vi si trova, terra, e sassi. Questo regolamento dalla parte superiore del fiume è essenzialmente necessario anche per la difesa de' campi, de' quali tanti se ne sono perduti, e tanti ne stanno in continuo grave pericolo.

La maniera individua, con cui si debba frenare questo fiume, richiederebbe una lunga visita a tutto il suo letto superiore, per vederne le svoltate, e scandagliare i fondi, e senza questa ispezione locale unita ad una buona carta da esaminar dopo, e riflettervi sopra, non è possibile il determinare alcuna cosa, che queste non sono materie da pronunciarvi su due piedi per via di un semplice colpo d' occhio dato alla sfuggita da lontano. So bene, che i fiumi mezzi torrenti, come un vuole, co' pennelli e palatine fatte a tempo e luogo, purchè vi sia un' autorità pubblica, che invigili con certa regola, senza lasciare, che ogni privato spinga ad arbitrio la corrente per guadagnare terreno, o per indolenza e trascuraggine si lasci invadere il suo con rovina degl' adiacenti.

Dirò solo in particolare, che vedo con maraviglie il corso del fiume immediatamente sopra il ponte andar tutto a sinistra, buttandosi sul borgo di S. Giuliano, e indi venire rasente il ponte stesso,

per entrarvi sotto: mi è stato detto, che vi è poco più su da quella stessa parte sinistra una certa acqua perenne di alcune sorgenti, che è stata messa in quel sito di fiume pochi anni addietro. Se questo è vero, questa nuova introduzione deve avere fatta una chiamata alla corrente del fiume. Esso deposita le sue torbide, e brecce qua e là, e impedisce il suo corso a se stesso: dove entra nel suo alveo un'acqua chiara perenne, sempre tiene escavato ivi lo stesso alveo, più che altrove; onde l'acqua del fiume si volge verso quel fondo maggiore, e sempre più corrode il letto e le sponde, e si avanza da quella parte. Per far tornare il fiume al suo letto primiero, converrebbe anche rimuovere di là quelle sorgenti, e mandarle dove andavano prima.

L'altra cosa, che mi occorreva da suggerire per minorar le materie, che arrivano alla bocca, sarebbe il vedere, se vi è alcun sito di qualche vallone, o altro terreno inferiore di cattiva qualità, onde prema poco il conservarlo, in cui si possa far andar nelle piene grandi il fiume con delle rotte artificiali per far, che ivi deponga la maggior parte delle materie grosse che porta. Un simile rimedio ho veduto praticato da' signori Lucchesi, che divertendo così un torrente laterale, prima ch' entri nel loro canale d'Ozzoni, hanno preservato per un pezzo esso canale dalle sue grosse deposizioni, e risparmiata una gran parte delle spese continue de' pulimenti.

Io non so, se vi sieno almeno là su tra' monti siti simili, ne' quali possa usarsi per la Marecchia un somigliante rimedio: dirò solo, che questi sono rimedi palliativi, che operano alquanto *ad tempus*, come pure piccolo giovamento alla bocca può recare, o almeno non molto essenziale il regolamento dell'alveo superiore: che un fiume della natura de' torrenti, come lo è la Marecchia, finchè anderà nel canale del Porto, porterà sempre delle ghiaie, e si avranno degli arresti alla bocca, nè io vedo altro rimedio provvisionale per far, che la stessa bocca si mantenga tollerabile, che il pulire continuamente la stessa bocca, nè altro reale, che possa renderla buona stabilmente, che l'impedire l'ingresso nel porto a un canale, che porti quantità di breccia, del qual rimedio reale passo ora a trattare nel seguente paragrafo.

§. V.

Del rimedio reale, che si avrebbe, facendo, che la Marecchia non entri nel Porto.

Si è veduto in tutto il decorso di questa scrittura, che questo Porto non è stato mai molto buono, e se ne raccoglie chiaramente,

che la massima speranza, che si può avere, finchè la Marecchia gli porta le sue ghiaie, si è quella di averlo comunque tollerabile con una spesa continuata. Questa è una cosa tanto più dolorosa per la città, quanto che il Porto è la massima sua risorsa, e appunto da una ventina d'anni in qua si è triplicato il numero delle barche pescherecce, dalle quali attualmente la città ricava 2400 scudi di affitto de' dazi, e quello ch'è molto più, pel pesce venduto fuora a Bologna, Firenze, e fin a Perugia, oltre a tutti i luoghi circonvicini, vi entrano da 40 mila scudi all'anno. Se questi mancano, sviandosi i pescatori, che non vi ponno avere un asilo abbastanza sicuro, entreranno nella città in un secolo 4 milioni di scudi di meno, mancanza, che deve rovinarla affatto, e buttarla a terra; giacchè intanto conviene, che ne esca lo stesso per tutti i capi, per li quali esce ora il denaro, i quali capi non si scemano molto collo scemarsi de' pescatori.

Cresce il dispiacere col vedere i porti delle città vicine, i quali sono in uno stato tanto migliore. Quel di Fano scandagliato in questi ultimi giorni si è trovato in bocca e fuori in vicinanza con più di 7 piedi di fondo, che dopo il guardiano nuovo non si chiude più mai, e quel di Pesaro si è trovato co' scandagli da 40 canne in faccia alla bocca, e terminati un pezzo dentro il canale, di 15. 14. 13. 12., e in un solo luogo di 11 piedi di fondo, per tutto altrove maggiore, e questo mantenuto stabilmente, e senza escavazione manuale. Come tutta questa felicità nasce dal non entrare nel loro porto un fiume, che porti breccia, e l'affare è di tanta importanza, così convien vedere, se sarebbe possibile l'avere ancora qui sì fatta sorte.

La cosa è fattibile, e quantunque sia certamente dispendiosa, io sono persuaso, che secondo il proverbio *chi più spende, meno spende*, converrebbe cercare tutti i mezzi per poterla eseguire. La maniera morale di cercare questi mezzi non è mia ispezione, a me tocca solamente l'esaminare la parte fisica del progetto, e vedere, come si possa separare il porto dal fiume, confrontando le varie maniere, colle quali si può ottenere l'intento. Varie sono queste maniere, tra le quali le più sicure in ordine al conseguire il fine di avere un porto stabilmente buono sono le più dispendiose.

In primo luogo io son sicuro, che quello che ha suggerito il signor Calindri, è vero, del potersi avere un porto buono stabile senza il fiume Marecchia. Il mare in tutte queste spiagge vicine ha i suoi fondi, che si mantengono lunghissimo tempo, crescendo assai poco la spiaggia da per tutto in una considerabile distanza da' fiumi; solo io sono persuaso, che in vicinanza di que' fiumi, i quali portano gran torbide, si avanza la spiaggia considerabilmente, o

siano incanalati, o no, come si vede da quanto ho esposto al §. 1. dell' articolo 2. Quindi credo, l' essersi in vicinanza della Marecchia avanzata tanto la spiaggia, facendo qui un come promontorio, che si può vedere facilmente nella carta formata con misure determinate dallo stesso sig. Calindri, e si scorge vedendo dalla torre della lanterna la spiaggia, che da ambe le parti rientra in dentro, nasca assai più dall' essere la Marecchia un fiume, che porta tante materie sì grosse, che dall' essere la medesima incanalata, benchè anche questo abbia conferito molto ad un più celere avanzamento, come ho esposto al §. 1. dell' articolo precedente.

Quindi io sono persuaso, che si avrà un porto buono e stabile, o levando la Marecchia dal Porto presente, o levando il Porto dalla presente Marecchia. Ma per averlo veramente buono, conviene in primo luogo, che il Porto resti a Levante della bocca della Marecchia. Senza di questo si avrà qui l' inconveniente del Porto di Fano, il quale avendo la bocca del Metauro a Levante, ha avuta la sua bocca per tanti anni abitualmente ingombrata dalle ghiaie di quello. Se n' è liberato, come si è detto tante volte, col fare un guardiano da quella parte, cioè un molo perpendicolare alla spiaggia, e più lungo di quello, che sieno lunghi i moli del suo Porto, il quale arresta le ghiaie strascinate dalle Levantare. Ma questo guardiano porta un grande inconveniente, il quale sarà dispendiosissimo per quella città. Come esso arresta tutte quelle ghiaie, che si sarebbero sparse per tre altre miglia di spiaggia, così la spiaggia addosso al guardiano cresce moltissimo ogni anno. In pochi anni essa si troverà alla punta dello stesso guardiano, e converrà tirarlo innanzi in mare, la qual cosa non accaderebbe, se non vi fosse da quella parte un fiume, che portasse tanta ghiaia. Quindi anche qui, se il fiume restasse a man diritta del Porto, si potrebbe, è vero, rimediare con un simile guardiano; ma si avrebbe la continuata necessità di slungarlo tanto più spesso, quanto più vicino rimanesse il fiume rispetto al Porto; e questo prolungamento tanto dovrebbe essere qui maggiore e più frequente, che a Fano, quanto la spiaggia qui è più sottile, che ivi, come ho riconosciuto in questa mia scorsa, in cui ho trovato che questa spiaggia è generalmente qui più sottile, che a Pesaro, a Pesaro più sottile, che a Fano, onde vi vuole qui meno roba, che ivi, per empirla, e scoprirla.

Oltre al dover essere il fiume a Ponente rispetto al Porto, io giudico, che debba starne sufficientemente lontano; imperocchè sono persuaso, che la spiaggia in vicinanza di esso crescerà considerabilmente d' ambe le parti. Le sue ghiaie sono ora strascinate dalle Levantare a sinistra, senza che sieno spinte dalla Tramontana, e Ponentale a destra; ma le sue arene sono spinte d' ambe le parti.

Molto più temerei un tal inconveniente, se esso fiume si mettesse vicino al Porto nel seno, che vi rimane alla sinistra, ove il Porto presente cuoprirebbe la sua bocca dalle Levantare, e si farebbero delle grandi deposizioni anche di ghiaia d'ambe le parti intorno, crescendo la spiaggia assai, e venendo a dar fastidio anche al Porto.

Ora se il fiume si ha da mettere sufficientemente lontano a sinistra, e si debba cominciare la sua deviazione sotto il ponte, vi trovo due difficoltà, che mi danno fastidio. La prima si è, che converrà fare troppa forza al fiume istesso: esso già è incurvato sensibilmente, svoltando a sinistra: se si deve mandare, come vorrei almeno, un mezzo miglio lontano, nel delinearne il corso in una carta si vedrà necessaria una grande curvatura, la quale rende assai più difficile e pericolosa l'impresa. In secondo luogo la linea in tal caso si slungherà, e come dopo non vi dovranno essere pulimenti alla bocca, anderà sempre più crescendo la spiaggia, e slungandosi la linea, la quale cosa, come si è veduto di sopra, farà tanto più alzare tutto il letto superiore del fiume, e si alzerà il fondo sotto il ponte, scemando le luci, e soggettando sempre più alle inondazioni il borgo di S. Giuliano, con tutte le cattive conseguenze esposte nel §. 1. di questo Articolo.

Al primo di questi inconvenienti si potrebbe rimediare con de' forti muri ben fondati all'usanza di que' di Pesaro, che facciano un masso continuo nel sito della svoltata, e ben alti, perchè infallibilmente in quel sito l'acqua si alzerebbe molto, e si sprofonderebbe facendo de' gorghi. Converrebbe anche l'impedire questi con delle profonde palizzate perpendicolari alla sponda destra, come proporrò nel paragrafo seguente per la difesa di tutti i muri, e palizzate; ove si veda vicino ad esse corroso il fondo. Il secondo inconveniente, almeno in ordine al ponte, dove il male sarebbe maggiore, ha pure un rimedio che suggerirò nel medesimo seguente paragrafo.

Tutte queste difficoltà si scanserebbero, e si avrebbe sicuramente un porto eccellente, se il fiume si deviasse molto più su dal ponte, e si portasse in mare varie miglia lontano. Sento che vi sono delle ripe, e de' segni di un alveo, che esso abbia avuto un' altra volta. Le due grandi difficoltà in contrario sono l'intersecazione della via Flaminia, che richiederebbe un nuovo ponte, e la compra de' terreni ottimi, che converrebbe prendere per formare il nuovo alveo. Ma in primo luogo questa seconda perdita sarebbe col tempo compensata dall' alveo presente così largo, che si acquisterebbe, e che a poco a poco almeno in gran parte si potrebbe ridurre a coltura, e pel ponte si potrebbe mettere qualche gravezza a que' che passano; giacchè lo stato del Papa, che una volta non ne aveva alcuna, ormai ne ha tante.

Dall' altra parte conviene riflettere a' grandissimi vantaggi, che se ne potrebbero ricavare, tra li quali è grandissimo quello di liberare per sempre il borgo di S. Giuliano, e la città dalle inondazioni, e le campagne contigue, e tutti i terreni adiacenti a tutto l' alveo superiore dalle devastazioni, le quali anderanno sempre crescendo, se il fiume seguita a passar sotto il presente ponte, e la linea del fiume si protrae. Credo di certo, che pigliando il fiume abbastanza in alto, e dirigendo bene l' alveo, si scurterebbe la linea, onde per ora si abbasserebbe tutto il letto superiore, il quale vantaggio si goderebbe, finchè la linea venisse ad uguagliar la presente, cioè per più secoli. Si aggiunge il gran comodo del Porto, che potrebbe arrivare alla città stessa, escavando l' alveo fino al ponte, e coll' essere il canale già curvilineo, sicchè dal ponte non si veda la bocca, senz' alcuna copertura di difesa in faccia ad essa bocca, i bastimenti avanzati ben dentro al canale vi sarebbero ben difesi, e sicuri.

Basterebbe allora solo tirar innanzi i presenti moli fino a quel sito, in cui il mare ha già d' ambe le parti un fondo di una decina, o dozzena di piedi, e scavare l' alveo intermedio fino allo stesso fondo, indi far due guardiani perpendicolari alla spiaggia in distanza di un terzo di miglio o anche minore, per impedire l' accesso delle materie portate da due fiumi contigui, e delle strascinate lungo le spiaggie dalle tempeste, e scavare tutto il canale superiore fino al ponte, che allora si avrebbe un ottimo Porto perenne, il quale avrebbe anche pochissimo, o niun bisogno di spesa per la conservazione del fondo, e solo converrebbe, ma dopo lunga serie di anni, slungare un poco i guardiani.

Questi li stimo necessarj in una spiaggia, che abbia fiumi torbidi, quando anche essi sieno lontani, e anche in qualunque spiaggia sottile per arrestare le materie, che sempre scorrono lungo la spiaggia medesima in tempo di burrasche laterali, e se non sono arrestate da questi guardiani, lo sono da' moli del Porto, che sporgono in fuora, e ne ingombrano la bocca. Sono stato assicurato a Pesaro, che il loro canale era prima tanto ripieno, che vi si camminava in qualche tempo a piedi asciutti, e ciò non moltissimi anni addietro. Fu fatta dalla parte di Levante ad altro fine in una grande distanza una lunga palizzata perpendicolare alla spiaggia, e subito cominciò a migliorare, e in poco tempo acquistò molto fondo. Quella cominciò a guastarsi, e subito si vide qualche peggioramento del canale, onde essendo quella finalmente perita affatto, ne hanno fatta ora una colla assistenza del sig. Ardizzi più vicina, che è concatentata a maraviglia, come ho detto più su, ed essa ha prodotto subito il suo effetto. Sul mio partire per qua S. A. S. il sig. Duca di Modena, parlandomi di Lavenza, che aveva egli cominciato alcuni anni indietro, mi ha detto,

che non ostante che quella spiaggia cammini tanto, come pure ho detto di sopra, ad ogni modo egli era stato assicurato da più valenti Ingegneri, che facendo in qualche distanza del Porto due guardiani lunghissimi, alquanto lontani da esso Porto, e facendo una escavazione di un bacino, questa avrebbe mantenuto il suo fondo, ed egli ha tralasciato que' lavori per tutt' altri motivi, che per timore di una infelice riuscita nel mantenimento de' fondi.

Questo è il progetto, che a me piace più di ogni altro, il quale avrei in mira senza badare a qualunque spesa, massime se vi fosse speranza, che si aprisse qualche nuova strada in Toscana, e per mezzo di essa un commercio di Livorno con Fiume, e Trieste, oggetto d' aversi in vista non solo dalla città, ma anche dal Principato. Lo stesso piccolo commercio del pesce fresco, che si è tanto accresciuto qui in questi ultimi 20. anni ad onta di tanti ostacoli, che vi frappone un Porto così cattivo in vicinanza del tanto miglior Porto di Pesaro, mostra quanto questa situazione sarebbe vantaggiosa per un commercio più ampio, e interessante, il quale solo favorito dal Principe colla agricoltura promossa, e le manifatture introdotte e protette potrebbe far fiorire uno stato così ben collocato.

Quando questo progetto paresse troppo grandioso, e l' altro di voltare la Marecchia sotto il ponte troppo difficile, e pieno di ostacoli, e ad ogni modo si volesse un Porto separato dalla Marecchia, converrebbe allora lasciar andare la Marecchia medesima pel presente suo letto, e canale, e cercare un altro sito pel Porto più a Levante.

Un' impresa grandiosa sarebbe il cercare un seno di mare in queste spiagge, che naturalmente avesse un gran fondo, e fatti i moli laterali, e un antemurale in faccia, formarvi un bel Porto di mare munito di due gran guardiani da' due lati. Se i muraglioni in mare si facessero con quella diligenza e industria, che si è adoprata in Pesaro, e di cui ha già in mano la descrizione il sig. Conte Garampi, mandatagli dal sig. Ardizzi, io sono sicuro, che formato a quel modo un solo masso, reggerebbero molto bene contro la furia dell' onde. Quando si volesse una comunicazione di esso Porto colla città, si otterrebbe facilmente con un canale, e vi sarebbe maniera da garantirlo dalle torbide di qualche torrente intermedio. Basterà dare un' occhiata a tanti canali di Olanda, per vedere cosa fa l' industria per far fiorire il commercio, industria, che ha ridotto in pochi anni un paese paludoso di pescatori ad essere il più popolato, e opulento paese dell' Europa.

Se questa impresa è troppo vasta, si potrebbe pensare all' impresa del Porto dell' Ausa. Questo progetto fu già fatto nel secolo passato, come si vede anche nella storia del sig. Calindri, e si era già

risoluta la sua esecuzione. Il sig. Conte Garampi ha in una carta vecchia la pianta col progetto tutto disteso, e colla stima delle spese, che non sono esorbitanti. Io non so, che cosa ne impedisse allora l'esecuzione. A me è piaciuto molto in ogni sua parte, come pure i sostegni, che vi sono per trattenere le acque chiare, e scarse d'estate nell'Ausa, e lasciarle poi correre per facilitare l'espurgazione del canale. L'Ausa porta meno torbida del fiume di Pesaro, e molto meno del canale di Fano, e non porta mai ghiaie. Si avrebbe un Porto anche migliore di quel di Pesaro. Vi metterei i suoi guardiani di più, e quel di Ponente più vicino alla Marecchia, che adesso. Credo che si potrebbe anche facilmente fare una comunicazione fra esso fiume, e la Marecchia, e mandarvelo quando è torbido, lasciarlo venire in Porto quando è chiaro: nè questo farebbe crescere sensibilmente le piene della Marecchia, avendo tanta piccola portata. Senza questa diversione, quando esso da se ingombrasse un poco colla sua torbida il suo letto, o la bocca, sarebbe facile co' cavafanghi liberarsi da ogni arresto di materie sue, che per la sua piccolezza son poche, quando i guardiani escludessero le altrui.

Se si vuole un progetto anche meno grandioso, e di un Porto minore, ma che si accostasse più al borgo ora abitato da' pescatori, e marinari; basterebbe scavar un canale tra la Marecchia, e l'Ausa nel sito del fosso, che ora mena dell'acqua del mare a quel, che chiamano laghetto, ed è adiacente al molo destro, munendone la bocca con moli, i quali andassero innanzi fino a un fondo di sette in otto piedi. Mi limito a questa piccola altezza, perchè in quel sito, che resta fra due fiumi così vicini, la spiaggia ora è assai sottile, e convien andare troppo avanti per trovare maggiori fondi. Vorrei insieme due guardiani uno verso l'Ausa vicino al molo destro del nuovo Porto, e l'altro in mezzo fra il suo molo sinistro, e la Marecchia. Converrebbe per altro arginare la sponda destra della Marecchia, perchè uscendo di là dal suo letto, non andasse ad ingombrare il nuovo Porto: si potrebbe al più lasciarvi una chiavica ben fabbricata e sicura, per cui quando detto fiume corresse men torbido, si desse al Porto la sua acqua superiore la più chiara, che aiutasse a nettarlo.

Così lasciando da parte il progetto grandioso del seno di mare più lontano a Levante, ne propongo quattro altri, due ritenendo il Porto a suo luogo, e deviando la Marecchia nel primo più su del ponte, nel secondo più giù, e due lasciando la Marecchia al luogo suo, e formando il Porto nel primo di essi sull'Ausa, nel secondo tra l'Ausa, e la Marecchia. Io preferisco a tutti gli altri il primo, che libera per sempre la città dalla Marecchia, indi il terzo, che mette il Porto nell'Ausa, dopo il secondo, che diverte la Marecchia più

giù del ponte, e nell' ultimo il quarto, che lo mette corto e piccolo tra li due fiumi.

Se se ne vuole giudicare con più fondamento, si può dare l'incombenza al sig. Calindri, che ne faccia disegni collo scandaglio minuto delle spese per poter mettere a confronto le difficoltà, le spese, i vantaggi, e bilanciato ogni cosa scegliere quello si crederà il più confacente alle circostanze della città, e del Principato. Esso è sicuramente capacissimo di fare una tale impresa coll' ultima esattezza, essendo già molto esercitato in questa sorte di operazioni, e avendo studiato tanto in generale sulli Porti, massime su gli adiacenti ai fiumi, e avendo osservate tanto per tanto tempo, e scandagliate e misurate le vicine spiagge, e campagne, ed essendo tanto impegnato pel bene della città, che senz' alcuna previa sicurezza di un adequato guiderdone ha speso, e faticato tanto fin' ora su questo argomento medesimo, esso medesimo è senza fallo il più idoneo a renderle il migliore servizio in una occasione, che tanto la interessa.

Devo solo aggiungere una cosa, che mi rimane, ed appartiene principalmente all' argomento di questo paragrafo, ed è, che in tutti i lavori, che si devono far in mare, io sempre preferirei i moli murati alle semplici palizzate; almeno se non si trova la maniera di sottrarre queste dalla voracità de' vermi. I muri costano più, ma fatti bene resistono sempre: le palizzate senza un tale rimedio dopo pochissimi anni si rovinano, e conviene rifarle sempre con una spesa enorme, oltre che troppo più difficilmente resistono all' urto delle burrasche.

In ordine al rimedio contro i vermi, al mio partir da Londra un Olandese persona di merito, mi assicurò di aver trovata la maniera di cavar dal carbon fossile una specie di catrame, che senza renderlo inusuale a' cammini, se ne estraeva, e preservava i legnami in mare da' vermi, e in terra meglio della vernice dalle ingiurie delle stagioni; mi disse, che specificamente in ordine a' vermi egli ne aveva l' esperienza: che gli Stati di Olanda avevano mandati all' India attaccati a de' vascelli alcuni pezzi di tavole così incatramate per farne una prova autentica: che in tanto egli associatosi con alcuni negozianti Inglesi, aveva ottenuti dal Parlamento ampj privilegi di privativa nel fare una tale estrazione: che già preparavano le macchine, e andavano a cominciare il gran lavoro. Io non so, che esito abbia avuto l' impegno, ma si potrà facilmente aver la notizia dall' Inghilterra.

In oltre il sig. Ardizzi ha avuta in Pesaro la bontà di comunicarmi varj tentativi, ch' egli ha fatti preparando i pali in varie maniere, che gli sono riusciti tutti inutili. Mi ha aggiunto, che finalmente gli è venuto in capo un mezzo, del quale attualmente fa

l' esperienza, e ne spera qualche cosa. Fra poco ne vedrà l' esito; e non dubito punto, che in caso di riuscita favorevole ne farà parte anche ad altri. Se riesce di trovare questo rimedio, si potrà pensare alle palizzate; altrimenti io memore di quello, che ho veduto al Porto di Magnavacca, conforme a quel che ho detto nell' articolo precedente, e che ho inteso in più luoghi, mi attaccherei sempre a muri nell' acqua salsa secondo il principio, che ho già citato; *chi più spende meno spende*.

§. VI.

De' rimedi, e regolamenti spettanti al Canale.

In ordine al canale da quanto ho detto parlando nel precedente articolo delle cagioni degl' imbarazzi della bocca, si vede, che io non sono di sentimento, che si debba toccar nulla della direzione del medesimo. Solo se si continui ad unire la Marecchia col Porto, e si debba andar avanti co' moli, si potrebbe torcere un poco più la bocca verso la mano manca, ma non troppo per le ragioni addotte di sopra.

Nell' interiore del canale conviene in primo luogo rimediare subito a' mali seguiti nell' ultima piena, per impedire le ulteriori rovine, che seguiranno infallibilmente dentro l' inverno, se non vi si provede prontamente. Per ora almeno provisionalmente sbarazzato il sito, in cui il molo è caduto, e ripescatane le pietre grosse, vi farei una buona palata, la quale avesse i pali conficcati per varj piedi sotto il fondo, che vi era prima della rovina, per fare, che possa sostenersi, e ben collegata. I pali dovrebbero essere almeno di 25 piedi Romani l' uno; giacchè dal piano, su cui si cammina fino alle punte di quelli, che sono stati svelti, ve n' erano 19, e vi si sarà fatto qualche fondo maggiore. I 25 piedi Romani fanno in circa 21 Veneziani, ed è bene, che arrivino in cima all' altezza del molo, e sieno empiti dentro, da potersi sostenere contro l' urto del fiume. Per riempitura potrà servire forse qualche parte del muro, che vi sarà rimasta sfrantumata, e i materiali di quello, che si caverà per lasciar passar libere le barche, ponno servire pel medesimo effetto. Una parte contigua verso lo squero, che è troppo chinata, da non potersi sostenere, la spoglierei de' marmi, e vestitala bene di grossi pali, e ficcati bene stretti, e ben profondamente, e collegati in cima con altri ficcati dentro al molo in terren sodo per via di legni orizzontali, l' assicurerei empiendo pure gl' intervalli, o co' sassi sciolti, o piuttosto con muro: la partita da sguarnire, non mi pare,

che debba essere molto grande. Pel resto, che è pur chinato, ma non molto, fin dove è piegato, farei una contro corona di pali grossi al modo istesso, e ficcati bene sotto il fondo, empiendo pure l' intervallo di sassi sciolti, o murando.

Nel rimanente del canale le nuove scandagliature, che ha fatte il sig. Calindri, fanno vedere, che massime dalla parte destra, si sono fatte delle altre buche profonde, essendovi anche 11 piedi Romani di fondo. In tutti que' siti io credo necessario un rimedio, il quale credo, che avrebbe infallibilmente sostenuta anche quella parte, che è caduta, come ho accennato di sopra, non ostante la cattiva costruzione, e l'avevo già proposto, come ho affermato ivi, ma la piena nuova l'ha prevenuto. Nel fondo del canale in que' siti batterei varie file di pali, ciascuna delle quali ne abbia almeno 4. l'uno contiguo all'altro, e de' quali il primo tocchi l'attuale corona: ogni fila deve essere perpendicolare alla direzione del molo, e devono essere battuti varj piedi sotto l'attuale fondo di quelle buche, rimanendo per altro le loro teste almeno 4 piedi sotto il pelo dell' acqua bassa, sì per non dar fastidio alle barche, sì per non lasciare lateralmente una ricaduta all' acqua dalla parte, che guarda il mezzo del canale. Farei una fila lontana dall' altra una canna Riminese, ed empirei gl' intervalli fra le due file di ghiaia. Io son persuaso, che questi guarderebbero i moli incomparabilmente meglio della corona, che vi si è fatta.

Se mai si vedesse, che questi siti intermedj una piena li vuotasse, la qual cosa non credo, che debba accadere; si potrà nella parte inferiore dalla punta della fila battere un paio di pali in dirittura parallela al molo in su, perchè in quell' angolo sia più trattenuta la ghiaia messa, senza esserne portata via così facilmente per l' apertura laterale. Io credo, che il fiume in quel come cassone, benchè aperto di fianco, trovando della resistenza andrà deponendo, e non iscalzerà il fondo.

Si potrebbe col tempo ne' siti delle maggiori corrosioni provare di adattare il rimedio de' ripari aperti. Qui dove il fiume nelle piene va con direzione parallela a' moli, consisterebbe esso rimedio nel formare varie file di tre in quattro pali non uniti, ma ficcati a un intervallo uguale alla loro grossezza, e messi nella direzione, che venga in su contro la corrente ad un angolo di trenta gradi: l' effetto suol essere, che intorno a questi ripari si fa sempre una deposizione tanto sopra, quanto sotto. Quell' angolo colla corrente è stato mostrato dall' esperienza; ma io molti anni addietro in una lettera al p. Sivieri mostrai, che la teoria lo richiede, perchè allora la linea, che tocca l' un palo di dentro, e l' altro di fuora, è parallela alla direzione della corrente, sicchè niun filo di acqua passa libero,

ma tutti urtano in qualche palo. L' acqua allora si alza per di dentro un poco, ed esce perpendicolarmente alla linea de' pali facendo declinare alquanto la corrente, che resta per di fuora verso il mezzo dell'alveo; onde la velocità scema per questo capo sopra e sotto il riparo, scemando anche per li molti movimenti riflessi dall' urto in que' pali, e l' acqua vi depone.

Sogliono queste file essere collegate con due serie di pali orizzontali messe all' acqua bassa, e alta; ma qui dove debbono rimanere anch' esse almeno per quattro piedi sotto il pelo dell' acqua bassa, basterà, per tenerle, l' averle forzate ad andare vari piedi sotto quel presente fondo della corrosione.

Uno di questi due rimedj io credo che debba farsi dovunque scandagliando in vicinanza de' moli si arrivi a trovare un fondo 9 piedi Romani cioè Veneziani 7 e mezzo sotto il pelo alto dell' acqua, ma coverrà varie volte fra l' anno fare una scandagliatura in vicinanza di amendue i moli, massime dopo ogni piena straordinaria. Le corrosioni non si fanno tutte in un momento, ma a poco per volta, e quel rimedio, ch' è facile da principio, quando vi si usi l' attenzione dovuta, diviene a tanti doppj più difficile dopo, e anche impraticabile. Si avrebbe l' obbligazione al sig. Calindri della conservazione de' belli moli costruiti con tanta spesa, se si fosse data fede alle sue prime osservazioni, credendo il pericolo, ch' egli avvertì più mesi addietro: ora ha patito tanto e la sodezza, e la vaghezza, che rimarrà deturpata dalle rappezzature, che dovranno farsi nel sito delle rovine. Serva l' esempio almeno per l' avvenire, ed io son sicuro, che con questa sorta di ripari fatti a tempo, si garantiranno sempre dagli effetti delle scalzature, uniche a temersi entro a' canali tanto per li moli di muro, quanto per le palizzate.

Nel rimanente del canale io per me non farei più altri moli di muro, bastando d' avanzo le palizzate, per vestirne le ripe, ove ne hanno bisogno; giacchè dentro al fiume i vermi non corrodono, onde i pali reggono anche una trentina d' anni, se sieno di buona qualità, e dall' urto dell' acque del fiume non vi è da temere lo sconcerto, che fanno le agitazioni dell' onde marine, ma solo una scalzatura per di sotto facile ad evitare co' rimedj suggeriti.

Mi premerebbe, che s' impedissero l' evagazioni del fiume massime dalla parte di Ponente, perchè non seguitino a pigliare il molo sinistro per di dietro, nè a spingere tanta ghiaia dalla spiaggia. A questo fine sarebbe bene il chiudere lo squero sinistro, che vedo inutile, e che credo sia stato l' origine principale di tanti ultimi guai, o almeno almeno conviene cingerlo con argini abbastanza alti per contenere l' acqua, che ivi nelle piene si alza tanto per l' impeto, con cui urta, e abbastanza forti e muniti di palizzate per resistere

all' urto. Converrebbe pure munire tutta la sponda, e molo sinistro di argini, i quali dovendo contenere solo l'acqua superiore delle piene, basta che sieno ancora meno gagliardi, e sieno alti un poco più, che alla misura delle massime piene. Questi oltre all' impedire quel corso di dietro al molo, serviranno ad accrescere il corpo dell' acqua sulla bocca.

Insieme per altro per ogni rotta che sopravvenisse, a questi argini per allontanare dal molo sinistro la corrente, attraverserei con delle palizzate perpendicolari ad esso molo tutto quel nuovo letto in varj siti, e sarebbe bene il buttar ivi tutta la ghiaia, che si scavasse dalla bocca.

Queste sono le cose che appartengono al canale, caso che debba continuare ad andarvi la Marecchia, ed esso servir di porto. Se la Marecchia se ne allontani, meno diligenze, e ripari saranno necessarj, dovendovi essere dentro solo il piccolo moto del flusso del mare, e se il porto si porta altrove, basterà conservare il presente canale solo, finchè si veda la riuscita del porto nuovo, indi abbandonarlo alla sua sorte.

In caso che si vada pulendo la bocca del porto, o che la deviazione della Marecchia si faccia più su del ponte, il fondo del canale, e del letto superiore non dovrebbe alzarsi, almeno per lunga serie d' anni non si anderebbe rialzando sensibilmente: in tutti i casi prolungandosi la linea del fiume, si farebbero rialzamenti corrispondenti allo stesso prolungamento.

La conseguenza peggiore di questo prolungamento sarebbe quella del rimanere chiusi anche dalle mediocri piene gli archi del ponte, e di questo male si è parlato nel paragrafo precedente in riguardo al progetto di deviare il fiume nelle parti inferiori al ponte medesimo, promettendo di accennarne qui il rimedio.

Questo rimedio, credo, che non potrà trovarsi se non facendo qualche canna indietro del ponte una forte barricata di pali, e muro, a modo di una, come la chiamano in Toscana, pescaia, che rimanesse alta al pari del presente letto del fiume, e scavato a mano un pezzo di alveo sotto gli archi del ponte, e per qualche canna inferiormente ad esso ponte, formando pur di muro un piano inchinato, che passasse sotto gli archi, e per cui l' acqua attraversasse il ponte. Pigliando l' acqua per questo piano inclinato una maggiore velocità, difficilmente le ghiaie, e i sassi vi si fermerebbero sopra, onde quantunque inferiormente il letto s' ingombrasse di sassi, una sufficiente e sempre costante quantità delle luci del ponte rimarrebbe libera al passo dell' acqua. Che se qualche quantità di ghiaia dopo una piena rimanesse arrestata, e ammontonata su quel piano inclinato, pulendolo a mano si avrebbe sempre libero quel passo.

CONCLUSIONE.

Così ho soddisfatto a tutte le parti, che ho proposte al principio, parlando prima dello stato antico e presente del Porto, e de' suoi mali, che richiedono soccorso; indi delle cagioni del cattivo suo stato abituale, e del peggiore attuale, escludendo quelle, che a me non sembrano vere, e stabilendo quelle, che mi paiono tali, e finalmente proponendo i rimedj, che mi paiono opportuni, o si lasci il Porto unito col fiume, o si levi il fiume dal Porto presente, o il Porto si tolga via dal presente fiume.

Rimane solo per ultimo, che io chiedo perdono, se non avrò eseguita a dovere la mia incombenza, pregando l'Illustrissimo Magistrato e insieme la città tutta a persuadersi, che qualunque difetto vi sarà nella mia presente scrittura, sarà provenuto unicamente dalla mia poca abilità, e non certamente o dalla poca diligenza usata per istruirmi, e intenzione di mente per esaminare ogni cosa, o da mancanza di animo prevenuto da passione alcuna, o d'alcun motivo trasversale qualunque; essendo in amendue gli ultimi articoli troppo conosciuto, posso oramai dir francamente, in quasi tutta l'Europa il mio carattere.

Ben penetrato dall'intima coscienza della debolezza de' miei lumi, massime in un argomento sì arduo e pericoloso, mi protesto, che avrò tutto il piacere, se fatta esaminar la memoria, sia corretto e mutato tutto quello, che i lumi più penetranti di gente più versata e dotta troveranno meno sussistente, amando io di essere ripreso e corretto ovunque il meriti, massime quando si tratta di punti, che interessino tanto il pubblico bene, e il prospero stato di una città sì riguardevole.

MEMORIA IDROMETRICA

Presentata per parte della Romagna, in risposta al Parere de' due Matematici intorno a' Progetti sul regolamento delle acque Bolognesi.

I. La linea superiore, in difesa della quale sembra, che sia tutto disteso il parere de' due Matematici, ricomparisce nel teatro delle acque con tal vaghezza, naturalezza, e possesso, che parrebbe a prima vista, che essa dovesse attirarsi il plauso, ed il consentimento di ognuno. Tutto va in rovina (dicono i due Professori) se qualche linea non si trasceglie a benefizio delle tre provincie. Le basse linee adiacenti al Primaro non sono accettabili per la mancanza di caduta, e per l'instabilità del terreno. La linea superiore è abbondante di caduta, e passa per i migliori terreni del Bolognese, e della Romagna. Essa è dunque quel fiume celestiale, al quale hanno ad aprirsi le più colte campagne, ed a cui hanno a chinarsi tutti i possessori, lasciandosi intersecare le loro possessioni da un fiume, che per verità arriverebbe novissimo a' terreni di sì alto livello. Aumentasi il credito di questa linea per la riputazione, che giustamente godono presso i dotti, i due novelli difensori, a' quali se io non posso consentire per l'evidenti ragioni, che sono per produrre in questa Memoria, questo è con mio infinito rincrescimento, e con protesta, che la filosofica sincerità, che esige la gravezza dell'affare, e l'interesse del pubblico, sia non già a diminuzione, anzi ad aumento piuttosto della lor fama.

II. Se dalla prima apparenza della linea superiore, vestita comunque siasi, vogliasi oltrepassare ad un esame profondo delle sue cadenti, delle sue larghezze, delle sue piene, delle sue arginature, delle sue materie, e di quelle de' torrenti, che essa va ad intersecare; e se a questo si aggiunga lo sconvolgimento di tutti gli scoli de' piani, il danno delle rotte, l' incertezza dell' esito, l' esorbitanza della spesa, l' insufficienza dell' arte umana ad impresa sì vasta, comincerà a dubitarsi di quell' apparenza lusinghevole, colla quale essa vien presentata. Cominceremo a sospettare, che il Guglielmini, ed il Manfredi avranno avute le loro ragioni belle, e buone per dichiararla, come impossibile, come temeraria, come superiore alle umane forze, come rovinosa alle provincie. E da questo sospetto passeremo ad una qualche certezza, quando consultando l' insigne voto

de' due Cardinali Dadda, e Barberini, leggeremo questa bella linea messa al mucchio delle tante altre, che furono esaminate. È vero, che la linea allora esaminata era più alta, e superiore, che non è la presente. È vero, che qualche ragione, che militava contro di quella, non vale contro di questa. Ma egli è altresì innegabile, che le ultime quattro eccezioni apportate da' due Eminentissimi, hanno lo stesso vigore contro la linea moderna.

III. Assai più stringente sarà l' autorità della visita dell' Eminentissimo Piazza fatta l' anno 1726, i cui atti esistenti nell' archivio di Faenza mi sono stati partecipati da quel degnissimo Magistrato. Essi tutti versano intorno ad una linea superiore, proposta allora dal Corradi professore di S. A. il Duca di Modena, la quale non molto discostasi dalla presente. Mi pareva veramente, che trattandosi di un affare di tale importanza, e di una questione somigliantissima alla presente, dovessero riesaminarsi gli Atti di questa Visita, da' quali poteva rilevarsi, che le difficoltà mosse contro il Corradi da' Deputati della città di Bologna furono tali, e tante, che egli fu obbligato a ritirarsi dalla sua pretensione, confessando apertamente, che era assolutamente impossibile il fissare neppure per una larga approssimazione gli elementi necessari, ed indispensabili per la costruzione dell' alveo in questione. Noi siamo precisamente nel medesimo caso. L' arte idrometrica dal 1726, sino al 1764. non ha *certamente* fatta veruna nuova scoperta, se pur questa non consiste nel dubitare assai fondatamente di alcuni metodi, che allora si adoperavano con sicurezza maggiore. Quale è stata dunque quella strana metamorfosi, che ha fatto divenir facile, ed eseguibile l' operazione medesima, che era stata confessata per ineseguibile, ed impossibile da' suoi medesimi Difensori.

IV. Le quali cose esposte da me in generale su questo principio, saranno insieme con molte altre divisate, e digerite in cinque parti, nelle quali, per chiarezza maggiore io dividerò la presente Memoria.

Nella prima ragionerò de' pretesi danni, e pericoli, esaminando la loro sussistenza, i loro limiti, l' epoche loro; e dimostrando, che il mal nuovo, che realmente esige un riparo, si è solo quello delle valli del Poggio, Malalbergo, e Barigella, e che tal male non è relativo al sistema generale di quelle acque, ma è ristretto al circondario sopraddetto.

Nella seconda tratteremo della nuova difesa, che si fa della linea superiore da' due Professori, procurando di esaminare il valore.

Nella terza comproverò cogli Atti della Visita, e co' profili della linea superiore lo sconvolgimento generale di tutti gl' influenti, ed il riempimento dell' alveo del nuovo fiume.

Nella quarta vedrò di rintracciare, quali sieno gli elementi certamente falsi, e quali i dubbiosi nelle linea superiore, per dedurne l'incertezza dell' esito.

Nella quinta finalmente accennerò, quali siano le difficoltà principali relative all' esecuzione della linea superiore, per giustificare la sua ineseguibilità asserita dal Guglielmini, dal Manfredi, da' due Eminentissimi Visitatori del 1693, e dalla Deputazione del 1726.

V. Della parte seconda del parere de' due Professori non tocca a me a ragionare, essendo essa tutta indirizzata contro le basse linee immaginate da più Autori moderni, le quali nelle mie tre prime Memorie ho dimostrate difettose di caduta, e fondate sopra principj, parte falsi, e parte dubbiosi. Onde in rapporto alla disapprovazione di tali linee, altro non mi occorre, che di render grazie a' due Professori, i quali si sono degnati di discender meco nel medesimo sentimento.

La presente materia è così vasta, che almeno una trentina di articoli tutti differenti meriterebbono una perizia a parte. Un solo scolo, che si abbia a variare in una pianura, ci richiama a lunghissime relazioni, e qui si hanno a variare assaissimi scoli della vasta campagna per miglia 46 di lunghezza. Se si trattasse, o di divertire, o di riunire al Tevere un solo de' suoi influenti, per esempio la Nera, o il Teverone, i consigli, le perizie, i profili de' terreni che vi scolano, verrebbero a formare un mezzo volume. Qui si tratta d'inalveare o nuovamente, o diversamente il Reno, la Sammoggia, la Savena, l' Idice, il Sillaro, la Quaderna, la Centonara, il Santerno, il Senio, il Lamone, ciascuna delle quali operazioni esige un' opera a parte, e pure, come se questi torrenti fossero un giuoco da fontaniere, si fanno girare, marciare, e cadere in questo modo, ed in quell' altro, con esame affatto superficiale delle loro portate, delle loro materie, delle loro generali conseguenze. Se in vece di far passare il Tevere, come ora passa sopra il terreno, venisse proposto di farlo passare sotterra per un determinato tratto, e poi farlo scaturire di bel nuovo all' aria aperta, io credo, che non servirebbe il chiamare a consiglio i primi Professori d' Italia, e formare un volume di scritture sopra la vastità di tale impresa, sopra i disegni necessarj, sopra le spese grandiose per eseguirla, e sopra i pericoli dell' esecuzione, e dell' esito. Ora per una simil *botte sotterranea* vuole avviarsi il fiume Reno al punto della sua intersezione col Naviglio Bolognese. Dentro i voltoni, e muraglioni di quest' Opera degna di un Alessandro, deve passare la piena altissima del Reno, e sopra tal botte, e tal piena vi dee correre un gran canale atto a sostenere il barcheggio. E pure di questa insigne operazione non si dice neppur parola, come se fosse l' Opera di un fognino da

rio. Se in qualche foglio se ne parla, essa si passa con una semplice formola: *Che al canale Naviglio sia costruita una botte sotterranea*. Da queste stesse dissimulazioni di articoli sì rilevanti, non è chi non vegga un poco troppo insinuarsi l'artifizio oratorio, il qual sopprime ciò, che nuoce alla Causa, e rileva quel poco che giova. Ma il costume, e l'obbligo delle perizie è al contrario, di mettere in chiaro gli articoli più malagevoli, di censurarli coll'ultima severità, di confessare l'insufficienza dell'arte, dove essa realmente si smarrisce. Trattasi di sollevare, o rovinare tre provincie; trattasi di ficcare un fiume nuovo addosso a popoli, che dalla natura sono stati collocati sulle alture; trattasi di spese esorbitanti; trattasi della gloria, ed interesse di Sua Beatitudine, per cui volentierissimo mi sono indotto a tollerare la non piccola fatica di questo mio tumultuario ragionamento. Nulla dunque dee dissimularsi, e le difficoltà vanno valutate secondo il proprio lor peso, come io mi propongo di fare.

PARTE PRIMA.

DE' PRETESI DANNI, E PERICOLI DEL PRESENTE SISTEMA DELLE ACQUE BOLOGNESI.

ARTICOLO PRIMO.

Se sussista il pericolo della città, e campagna di Ravenna, e quando sussistesse, qual sia il vero rimedio.

VI. Se il pericolo della città di Ravenna, la quale *in tempo delle escrescenze vuolsi minacciata da quell'alto fiume*, cioè dal Lamone, realmente sussistesse, io m'immagino, che i signori Ravennati si sarebbero presentati all'Eminentissimo Visitatore, chiedendo aiuto, e riparo. M'immagino, che le loro istanze sarebbono inserite negli Atti della Visita, e sarebbono munite de' pareri de' Professori, e de' documenti autentici delle loro rovine. Io sono intervenuto alla Visita, ne ho ricercati tutti gli Atti. Mi son portato alla città di Ravenna, trattando con que' signori de' loro fiumi, della diversione del Ronco, e Montone, del loro Porto, e di altri articoli di simil fatta. Niuna istanza ho ritrovata, che sia relativa a tanto pericolo. Niuna doglianza ho udita da veruno nè a Ravenna, nè altrove sopra le minacce del fiume Lamone. Onde, standosi a Ravenna con una perfetta tranquillità, io non so, come mai le minacce di questo fiume sien pervenute sino a Roma, ed abbiano saliti i suoi augusti colli per commuovere i due Professori a cercare un riparo.

VII. Nè solo l'acquiescenza de' Ravennati, ma le più chiare ragioni ci assicurano da tanto pericolo. La città di Ravenna è lontana miglia 4, pertiche 450 dal punto più vicino del fiume Lamone. La pendenza del terreno tra 'l Lamone, e Ravenna riguarda le valli dette di *Savarna*, alle quali in fatti conduconsi gli scoli di questa pianura. E queste valli godono il loro scolo nel Porto detto il *Pirotolo*, il quale mantiensi largamente aperto alla navigazione, ed allo scolo. Troppo grande, e straordinario diluvio vi vorrebbe per far sì, che queste valli gonfiassero sino alle mura di Ravenna, e che non fosse possibile un discarico nel mare proporzionato al corpo delle acque.

VIII. Ma quando tal pericolo sussistesse, e fosse anche maggiore di quello, che i due Professori ci hanno dipinto, non si comprende nondimeno qual relazione esso abbia mai col nuovo fiume, al qual si rapporta. Il suo rimedio quando per altre ragioni convenisse, sarebbe quello di portare il Lamone a sboccare nel Po di Primaro verso S. Alberto, come in fatti esso vi si è scaricato da per se stesso in tempo di grandi escrescenze, secondo il testimonio del sig. Guglielmini (1). Dico ancora di più, che tal rimedio sarebbe più certo, e più efficace nello stato presente di Primaro, che nello stato possibile del progetto, e ciò per due evidenti ragioni. Primieramente perchè le piene presenti del Po di Primaro sono meno elevate, che non sarebbono, quando le acque di tanti torrenti uniti al Reno venissero incanalate, ed in copia tanto maggiore, che non è di presente. Onde molto minor ritegno le acque del Lamone risentirebbono nello stato presente, che in quello della linea superiore. Secondariamente, perchè le acque presenti scendono assai chiare, essendo chiarificate nelle valli, per le quali passano la maggior parte. Per la qual cosa esse avrebbono minor torbidezza per interrire la foce del Lamone. In oltre avrebbono, ed hanno in fatti minore attività per prolungare nel mare la linea del fiume. Dunque è così lungi, che il nuovo fiume arrecasse un vantaggio allo sbassamento delle acque del Lamone, che anzi al contrario farebbe loro un ostacolo, quale ora certamente non fanno le acque quasi chiarificate del Primaro.

IX. Ma l'immissione del Lamone in Primaro, quando volesse a fondo esaminarsi, non sarebbe un articolo sì facile, quanto a prima vista apparisce.

La manutenzione dell'arginatura del Lamone non è più dispendiosa, che per ordinario succeda in simili fiumi.

(1) Guglielmini in una scrittura in risposta alla proposizione de' signori Ferraresi di questa Raccolta Tom. II.

Questo fiume presentemente si è aperta da se in mare una foce sì operosa, che in vece d' alzarsi, va piuttosto incassando il suo letto.

Benchè la sua caduta in Primaro facesse un guadagno in certi dati tempi, pure essa in altre circostanze verrebbe a scapitare. Nelle lunghe piene di Primaro il pelo del Lamone vi avrebbe il più del tempo caduta minore, che ora non ha verso la sua foce. Il che difficulta gli scoli della campagna, i quali non entrano nel Lamone, che nella bassezza delle sue acque. Onde l' immissione del Lamone nel Primaro sarebbe utile per assicurare l' arginatura, ma sarebbe dannosa per lo scolo de' terreni, i quali, sostenendosi il Lamone per le piene del Primaro di giorni venti, ed anche trenta, non troverebbono un buon ricapito in questo recipiente.

Che il Lamone non vada alzando sensibilmente il suo alveo, dimostrasi dal confronto delle misure del Guglielmini colle nostre. Egli trovò la caduta del fondo del Lamone al Ponte di S. Alberto di piedi 6. 2. 6. (1). Dalle misure della Visita deducesi tal pendenza di piedi 6. 8. 3. (2). Si avverta, che la caduta del Guglielmini non è riferita al pelo basso del mare, ma sembra riportata al pelo attuale dell' osservazione, che forse sarà più alto d' un piede. Ma quando la differenza di once 5. 9. fosse tutta reale, verrebbe ad arguirsi, che in anni ottanta il fondo del Lamone si fosse alzato di una quantità così tenue, che sarebbe desiderabile, che tale appunto fosse in altri fiumi, che sboccano in mare.

Finalmente il Lamone, come ora ritrovasi, è utilmente adoperato da' signori Ravennati per colmare assai rapidamente i loro bassi terreni; ed io non saprei dire, se la stessa operosità avessero le loro colmate in uno stato diverso.

Bilanciando adunque tutte queste ragioni, e molte altre che formerebbono una ben lunga perizia, restasi assai dubbiosi, se convenga, o nò l' unione del Lamone, o col Po, o col nuovo fiume. E pure gli Autori delle linee, senza entrare in tali necessarissime considerazioni, hanno ordinata l' immissione del Lamone nel nuovo fiume, la qual forse, bilanciato il tutto, terrebbe assai sospesi gli animi dei Professori. Mi si perdonerà, se io son disceso in rapporto al Lamone a questo dettaglio, il quale farà riconoscere, quanto sono acerbi gl' innumerabili Progetti, che suppongonsi come utili, e sicuri,

(1) Guglielmini in una scrittura sopra l' introduzione del Reno in Volano, Raccolta Tom. II.

(2) Poichè nella sezione al Casino Formenti il letto del Lamone pende in rapporto al pelo basso marittimo piedi 8, facendo l' analogia delle distanze, viene piedi 6. 8. 3.

e el vengono ordinati come facilissimi nel generale regolamento di queste acque.

X. Se il pericolo della città di Ravenna rendesi remotissimo, e non relativo all'affare presente, non meno è lontano, e disperato il danno delle campagne Ravennati vicine al Primaro. Pretendesi *che le terre Ravegnane vicine al Primaro viepiù si vanno perdendo per la caduta, che va mancando agli scoli nelle valli*. Dunque le valli vanno rialzandosi, e bonificandosi, non potendo altrimenti succedere la perdita della caduta, che coll'elevazione del recipiente. Questo è un benefizio, non è un danno. Ma potrebbe dirsi, che da tal benefizio nasce il danno della perdita delle campagne adiacenti. Neppur questo realmente sussiste. Poichè il vero recipiente delle valli Ravegnane, e de' terreni, che vi scolano, è il Po di Primaro. Se dunque non venga provato, che il Po di Primaro va rialzando il suo fondo, sempre sussisterà, che tenendo bene aperti, e profondati gli scoli de' Ravennati sino alle valli dello stesso nome, e da queste sino al Pò di Primaro, le terre, e le valli riceveranno lo stesso discarico con simultaneo bonificamento, e non già con vantaggio delle valli, e perdita de' terreni. Concluderemo per tanto, che o la perdita degli scoli non sussiste; o quando sussista, ciò addivenga non già dal vizio del presente sistema, ma dalla trascuraggine degl' Interessati, i quali provvederanno da se a' loro interessi, e nulla chieggono alla commissione della Visita. La medesima risposta ha vigore in rapporto *alle molte valli della Romagna*, alle quali vuol procurarsi un rimedio non cercato, e non voluto da veruno; un rimedio, che sarebbe peggiore del male. L' involgere la Legazione di Romagna in questa causa non è per zelo de' suoi mali, de' quali essa sta contenta; ma è per istrascinarla nella rovina di spese esorbitanti, le quali ad essa certamente non toccano. A tale occulto intendimento si vanno immaginando de' pericoli, che essa non teme, e de' danni, che essa non cura, in veduta de' tanto maggiori, che fondatamente si temono.

XI. Non sono gl' interessati della Romagna, che col loro memoriale presentato a Sua Beatitudine, l' hanno reverentemente supplicata? *A non voler permettere ne' loro territori alcuna novità di quante nè sono state immaginate fin' ora, e ciò perchè i supplicanti consapevoli de' loro pericoli non hanno mai dimandata cosa alcuna a tanti scrittori, che si son presi la pena di volere a loro dispetto beneficarli; perchè i timori di dover perdere de' terreni ora fruttiferi, sono maggiori, e più fondati, che non sono le speranze degl' acquisti, che essi non cercano, perchè troppo essi sono aggravati di presente, o a sostenere le arginature dei loro fiumi, o a mantenere una sufficiente operosità ne' loro scoli*. Onde non possono sostenere l' aggravio

maggiore, che viene in conseguenza della maggiore elevazione dell'alveo, e delle piene relative a' progetti ideati ec. (1).

Dal qual testo si vede, che essi non espongono le spese presenti per volere un nuovo progetto, come par che voglia insinuarsi; ma al contrario, per allontanare le spese esorbitantissime, che sono indispensabili alla mutazione d'un sistema Idrometrico.

ARTICOLO II.

Se sussista, ed in qual grado il pericolo dell'argine sinistro di Primaro, del Polesine di S. Giorgio, delle valli di Comacchio, e della città di Ferrara.

XII. Conviene distinguere in quest'articolo di quali pericoli parlasi nel Parere de' due Professori, cioè, se di pericoli assai prossimi, ed urgenti, ovvero di pericoli assai lontani, e comuni affatto a tutte le pianure d'Italia, costeggiate, ed intersecate da' fiumi. Se di pericoli, che vadano di giorno in giorno aumentando, o di pericoli antichissimi da molti secoli in qua. Se si trattasse del primo genere di pericolo, ragionevolissima sarebbe l'istanza di nuovi progetti, i quali non sieno più rovinosi del presente sistema. Ma se si trattasse del secondo genere, bisognerebbe andare ad abitare su gli Appennini per liberarsene. Converrebbe prima cominciare a soccorrere la città di Roma, che non di rado trovasi allagata, e pure essa soffre le sue inondazioni sulla notizia delle storie de' tempi andati, e delle circostanze locali, che la circondano. Bisognerebbe divertire il Tevere, l'Arno, l'Adda, ed il Po, perchè questi fiumi sempre minacciano, e sempre danneggiano le città, e le campagne, che radono, ed attraversano col loro corso.

È dunque inutile, che ci si dipingano l'espansioni del Po di Primaro. È inutile, che ci si mostri la patetica storia delle piene accadute negli anni 1757. 1758. 1761., la quale non prova il danno generale, ma solo il particolare della valle di Malalbergo. Ad essa io potrei contrapporre altre storie lagrimevoli de' secoli passati, e particolarmente quella descritta dal Barattieri, nella quale l'argine sinistro di Primaro non fu soltanto minacciato, ma fu rotto, e smantellato con esterminio totale del Polesine di S. Giorgio, e delle valli di Comacchio (2). Le quali storie a me servirebbono non solamente

(1) Veggasi il memoriale ragionato delle città, terre, e castella della Romagna stampato in Firenze presso il Mouche l'anno 1763. pag. XXIII., XXIV.

(2) Barattieri. Architettura d'acque, Par. II., Lib. V. pag. 191. *Una volta particolare, che seguì gli anni passati al Po d'Argenta, e per la quale correva l'acqua*

per abbellire questa mia Relazione, ma molto più per concludere, che essendo stati i pericoli, e mali de' secoli passati tanto più frequenti, e lagrimevoli de' danni presenti, i quali abusivamente diconsi *danni*, ma sono realmente pericoli ordinarj, e comuni, essi siano più da comportarsi con pazienza, che da rimuoversi, con esporre le Provincie a danni maggiori. E che non avendo i nostri antenati potuto provvedere a desolazioni tanto maggiori, a noi non convenga di farlo, essendosi reso il male assai più tollerabile, ed il rimedio più difficile di prima. Il Polesine di S. Giorgio, e le valli di Comacchio sono in un cimento molto minore, che non risentono tutte le provincie d' Italia intersecate da' fiumi ben guardati, ed arginati.

XIII. Il che può provarsi primieramente col numero delle rotte seguite per esempio nel Po grande, nell' Arno, nel Serchio, che son fiumi ben arginati, e custoditi, le quali, se vogliano paragonarsi alle rotte dell' argine di Primaro, si troveranno di un numero molto maggiore. Il che prova, che il danno, e pericolo di quest' argine è minore del pericolo comune a tutti i paesi i più, e meglio difesi dalle arginature. Secondariamente può dimostrarsi colla prova convincentissima dell' espansioni laterali del Po di Primaro. Poichè essendo vastissima la sezione di tali acque, che si allargano alla destra dove per un alveo di un miglio, dove di due, dove di quattro, dove di sette (1), la loro forza, la loro altezza, i loro urti sono infinitamente minori, che non accada ne' fiumi incanalati, ed arginati da ambe le parti. E siccome quanto la piena è maggiore, tanto è maggiore la sua espansione per terreni pianeggianti, così la difesa dell' argine di Primaro riescirà tanto meno pericolosa, o tanto più sicura, che non è ne' fiumi regolati d' Italia, e che non sarebbe il nuovo fiume, le cui rotte certissimamente sarebbono assai più frequenti.

---

nelle valli di Comacchio, per la gran caduta dal fondo dell' alveo del fiume a quello della valle, era sì terribile di velocità, che bisognò, che oltre alla spesa di più diecine di migliaia di scudi, vi concorresse ancora la risoluzione dell' animo grande dell' Eminentissimo Donghi ec.

(1) Veggasi il sig. Gabriello Manfredi nel suo Voto alla pag. 5., e 6., il quale pone l' espansioni di Primaro, come appresso. Fra lo sbocco del Cavo Benedettino, e quello dello Zaniolo (che è una lunghezza di poco meno di dieci miglia) si dilata in qualche luogo sino a una distanza maggiore di sei miglia dal Po medesimo, fra il Zaniolo, e il Corecchio è giunta a estendersi l' inondazione sino a un miglio, e mezzo di sopra Conselice, che vuol dire in distanza anche qui di sei miglia dal Primaro.

Dal Zaniolo al Santerno l' inondazione è giunta a coprire quasi interamente tutto quel vasto recinto fra il Po, e l' argine del Santerno.

Fra lo sbocco del Santerno, ed il Canal della Vela, l' espansione del Primaro è arrivata quasi a Fusignano, che è una distanza di quasi 7. miglia dal Primaro, e si è estesa fino alla via detta del Passetto ec.

XIV. La stessa verità resta assicurata da' documenti più autentici relativi all' alveo di Primaro, il quale non si va riempiendo, come i meno pratici avanzano senza alcuna misura, ma esso si mantiene benissimo escavato, come può comprovarsi col rapporto delle antiche sezioni colle moderne (1). E quando ancora tali sezioni ci mancassero, non è cosa evidentissima, che spagliando quasi tutti i torrenti nelle valli adiacenti, come le carte dimostrano, essi vengono ivi a depositare le lor torbidezze, e che entrando poi le loro acque quasi filtrate nel Po di Primaro, non possano mai esser valevoli a riempirne il suo fondo? Non è cosa certissima, che una sì gran massa d' acque purgate attraverso alle valli, abbia piuttosto facoltà di profondare, e tenere così profondato l' alveo di Primaro, correndovi per lo spazio di venti, e trenta giorni per volta con ogni pienezza? Non sarebbe già così l' alveo del nuovo fiume, il quale diverrebbe un ricettacolo di tutte le materie strascinate da tanti, è sì torbidi influenti, che ora lasciano ne' paduli le loro torbidezze. Dalle quali cose concluderemo, che l' alveo di Primaro, il quale progettasi di abbandonare, sia l' alveo il più profondo, l'alveo il più espurgato, l' alveo il più costante di qualunque altro possibile per moderare l' altezza delle piene, e per mantenere officiose le foci di tanti scoli, che vi capitano da una campagna vastissima, e fertilissima.

XV. Resta ora a sciogliere un problema, che a prima vista sembra agevolissimo, ma che esaminando co' giusti elementi, trovasi assai malagevole, cioè se l' argine sinistro di Primaro sia più sicuro nello stato presente, o in quello del nuovo fiume. Gli elementi di tal problema sono, 1. Che il nuovo fiume anche della linea superiore si accosta notabilmente al Po di Primaro, in molti punti bassi della campagna. 2. Che le rotte del nuovo fiume arginato da ambe le parti saranno più frequenti sì per la doppia arginatura, che per la maggiore altezza delle acque incassate, ed incannalate. 3. Che la quantità dell' acque, che passa presentemente per Primaro, e che viene dal placido trabocco delle valli, sarà forse suddupla, o suttripla, che non sarà nel caso dell' inalveazione generale. 4. Che l' alveo del nuovo fiume sarà più elevato, che non è l' alveo di Primaro ne' punti analoghi. Da' quali dati rilevasi, che in qualunque rotta dell' argine sinistro del nuovo fiume, sarà quasi irreparabile la sormontazione, e la rotta dell' argine di Primaro. Poichè le acque travasate da questa rotta saranno più copiose, saranno più ristrette tra il Primaro, e il nuovo fiume, e finalmente scenderanno da un' altezza maggiore, che non è intervenuto fin' ora. Onde è visibile, che

(1) Veggasi il sig. Gabbriello Manfredi nel suo Voto alla pag. 35. 36. 37.

sormonferanno ad altezza maggiore di tutte le passate. Pare adunque verissimo il paradosso, che più facilmente, e più spesso sono esposte a pericolo le valli di Comacchio, ed il Polesine di S. Giorgio nel caso del nuovo fiume, che non sono state sino al tempo presente.

XVI. Io non vi ho aggiunta in questi pericoli la sommersione della città di Ferrara, della quale asseriscono i due professori, che *essa medesima in tempo di piene soggiace ad un pericolo imminente d' inondazione* (1). Da quali registri, o riscontri sia stato rilevato questo gran pericolo io non so comprenderlo. So, che la città di Ferrara è distante miglia 17 $\frac{1}{3}$ Ferraresi dalla gronda delle valli di Comacchio. So, che tutto il terreno compreso in questo spazio scola nelle valli, come i molti scoli lo dimostrano. So, che le valli comunicano col mare per l' ampio canale di *Magliavacca*, e per il canale più stretto ed impedito di *Bell' Occhio*. Onde, data una qualunque rottura dell' argine di Primaro, le acque travasate rigonfieranno giù per le valli, e produrranno una fortissima corrente ne' due Emissarj, per iscaricarsi nel mare. Ma che tali acque abbiano a sormontare tutto il terreno di miglia 17, e che abbiano a giugnere al principio di tanti scoli, io non so agevolmente immaginarmelo. Molto meno mi so figurare, che tal gonfiezza abbia a superare gli argini del Po di Volano, dietro a' quali Ferrara è collocata, e sopra de' quali hanno ad elevarsi tali acque per bagnar questa città, che pure vuolsi esposta *a pericolo imminente*. Sarà un qualche mio equivoco, sarà un vero error mio. Ma tant' è, io non mi rinvengo.

ARTICOLO III.

Se sussista, ed in qual grado il pericolo, e il danno di tutti gli altri terreni dall' Idice sino all' Adriatico.

XVII. Tutti i terreni compresi tra il corso del fiume Idice sino all' Adriatico, non solamente non soffrono danni maggiori di prima, ma in qualche parte hanno risentito, e vanno lentamente risentendo il benefizio delle naturali colmate. Questo è vero a confessione ancora de' due Professori, che asseriscono il *ristringimento delle valli*, che altro non significa, che il bonificamento di qualche lor porzione. È vero per i fatti contestati dalle nuove carte, e dall' oculare ispezione. L' alveo vecchio dell' Idice, ed una non disprezzabile

(1) Pagina VIII. vers. 5.

superficie di campagna, che era soggetta alle acque travasate da questo fiume, ora è ridotta a' campi arativi, e seminativi. Lo stesso dicasi de' bonificamenti del Sillaro, della Quaderna e di altri torbidi influenti, che spagliando liberamente per le valli, vanno ricolmandole, e rialzandole.

XVIII. Nè vale il dire, che queste stesse colmate ristringendo l'espansioni del Primaro, rendano più alte, e pericolose le piene in rapporto all'argine sinistro di questo fiume. Poichè resta ancor tanta vastità a tali espansioni, come il sig. Gabbrielle Manfredi espone nel suo Voto (1), che per molti, e molti secoli non vi è minimo pericolo, che l'angustia della sezione divenga pericolosa. E quando in qualche punto diventasse tale dopo il giro di più secoli, il suo rimedio non sarebbe di sconvolgere tutto il sistema delle acque Bolognesi, ma di dilatare artificialmente una tale strettezza co' mezzi soliti dell'arte.

XIX. Molto meno ci convince l'argomento preso dalle piene del 1757, 1758, 1759, delle quali si asserisce, che *l'acqua torbidissima dell'Idice entrata nel Pò al Traghettò per una strada brevissima, avrà certamente alterato quel fondo dal Morgone in su, e cagionato maggiore alzamento* (2). Poichè, essendo a confessione de' due Professori tanto squarciate le arginature del Cavo Benedettino, le acque dell'Idice si saranno allargate, e distese per tutte le valli, nelle quali depositando le più grosse materie, non possono essere entrate in Primaro, se non quasi chiarificate. Non negano i due Professori, che tali acque prima d'entrare in Primaro passassero *sopra la strada del Traghetto, e sopra i prati inferiori*, per poi scaricarsi in Primaro. Or come sarà mai verisimile, che esse non avendo depositate le loro torbidezze nelle vaste praterie, per le quali si dilatarono, riducendosi quasi a stagnamento, le abbiano poi potute abbandonare nell'alveo di Primaro colla forte corrente, che ivi ritrovavano? Come sarà credibile, che mescolandosi le acque dell'Idice con quelle, che vengono chiarificate dal Reno, e da Savena, e correndo quasi sempre retrograde in rapporto al Cavo Benedettino, come tutti gli abitatori asseriscono, e come dimostrano le materie depositate tanto sopra, che sotto a detto Cavo, esse nondimeno possano per un superficiale trabocco far giugnere al Pò tali materie, che la forte corrente non sia valevole a convogliare?

XX. Dunque finchè tale riempimento non sia provato colle sezioni antiche, e moderne autenticate negli atti delle visite, noi saremo fondati a negarlo, ed a negare in conseguenza tutte le illazioni,

(1) Pagina 5. 6.

(2) Pagina IX. vers. 27. del Parere.

che si appoggiano a sì vacillante sperienza. Negheremo i maggiori pericoli delle parti superiori al Traghetto. Negheremo i timori del Polesine di S. Giorgio, il quale trovandosi molti piedi più basso, che non sono i terreni palustri del Bolognese, e della Romagna, pure ha la fortuna di essere arborato, vitato, e colto con ogni maniera di coltura.

XXI. Ma quando fosse seguito, e seguisse in fatti contro ogni apparenza l' alzamento dell' alveo di Primaro verso il Traghetto, il riparo a questo male, o immaginario, o vero, non è di capovoltare tutti i fiumi di queste provincie, ma è solo di rimetter l' Idice nello stesso alveo, per cui scorreva innanzi all' operazione del Cavo Benedettino. Questa diversione è un articolo a parte, che spetta ai signori Bolognesi, e Ferraresi. La Romagna non è stata quella, che ha formato il Cavo Benedettino. Non è stata quella, che a divertito l' Idice dall' antico suo letto. Non è stata quella, che ha costruita la chiusa dell' Idice rovinata alle prime piene. Essa non è finalmente quella, che ritrae il frutto da' terreni abbandonati dall' Idice. Perchè dunque inquietare questa tranquillissima provincia, affatto separata da' punti in questione, e che non è stata mai partecipe di que' consigli, che hanno prodotte le rovine di queste valli?

ARTICOLO IV.

Quanto sia grande il danno delle valli del Poggio, Malalbergo, e Barigella; qual sia la vera loro cagione, la quale non ha verun rapporto al sistema generale delle acque.

XXII. Quanto sono insussistenti i danni, e pericoli di tutte le altre parti di questo sistema Idrometrico, altrettanto son certi, gravi, e rovinosi i mali, e pericoli del circondario delle valli del Poggio, Malalbergo, e Barigella. Non occorre confondere il male, e danno generale, col mal topico, e particolare di un tal circondario, per inferire un riparo generale, da un danno particolare, da un danno affatto separato dal generale sistema.

XXIII. L' epoca di questo immenso esterminio è la medesima, che quella del celebre Cavo Benedettino. Poichè essendo assai stentato l' emissario di queste valli, il loro discarico diveniva assai lento, e perciò la loro espansione riesciva incomodissima alle gronde delle valli. Fu dunque benissimo pensato di formare un canale maestro, il quale pigliando le acque delle valli, colla sua larghezza, e profondità ne agevolasse il discarico. Un tal discarico sarebbe stato certamente maggiore, se le arginature del Cavo fossero riuscite più consistenti,

le quali non essendo state tali nella valle di Gandazzuolo, cominciò a rendersi inoperosa l' azione dell' emissario. Ma a me pare, che quando altri accidenti non fossero intervenuti, l' emissario, benchè alquanto difettoso, non avrebbe lasciato di produrre un effetto sensibile per il più copioso scolo delle valli. La fatalità di tale operazione fu il fiume Idice, il quale volle divertirsi dall' antico suo corso, per liberare i terreni sottoposti alle sue espansioni.

XXIV. Era facile a predirne le conseguenze. Questo torrente veniva ad accorciare notabilmente il suo corso, ed acquistando una nuova, ed insigne caduta nel cavo Benedettino, dovea trascinarvi le materie più grosse, e pesanti per interrirlo. Fu pensato a tal pericolo, e fu creduto di rimediarvi con una chiusa, la quale alle prime piene restò lacerata, e distrutta, senza che mai siasi pensato a riedificarla. Dunque l' Idice è stato quello, che riempiendo, ed otturando l' emissario ha reso assai più scarso, e stentato di prima il discarico delle valli. Onde non è maraviglia, che queste in vece dell' aspettato benefizio, sieno state sommerse più altamente, e più ampiamente che mai.

XXV. Essendo tale l' origine de' nuovi danni, come tutti confessano, non pare nè giusto, nè convenevole l' involgere in quest' affare la Romagna, la quale non ha avuta la minima influenza nell' operazione menzionata. Il rimedio è facile. È nelle mani de' signori Bolognesi, e Ferraresi. È ristretto a questo circondario; e non ha il minimo rapporto al generale regolamento delle acque. Siccome la diversione dell' Idice è stata quella, che ha viziata un' operazione per altro lodevole, così all' Idice solo va rivoltato il pensiero. E tocca alle due provincie di Bologna, e Ferrara il determinare, come, e per qual modo possa ridursi operoso il cavo Benedettino, prevenendo gli effetti troppo funesti dell' Idice.

XXVI. E quantunque a me non appartenga il suggerire su questo articolo verun consiglio, pure per far vedere, che tal riduzione è la più facile operazione in rapporto a tante altre malagevolissime, che vengono avanzate, dirò, che tre sono i partiti, che posson cadere sotto l' esame in questione.

Il primo, se convenga di rimettere le cose precisamente, come stavano prima del Cavo Benedettino. Poichè essendo allora tanto minore l' espansione delle valli, verrà così a riguadagnarsi il vasto terreno perduto negli anni trascorsi. Verrà a fermarsi il corso velocissimo di questo male. Potrebbe ancora con qualche diligenza maggiore somministrarsi alle valli un respiro maggiore di prima.

XXVII. Il secondo progetto sarebbe divertir l' Idice dal Cavo Benedettino, espurgando, e ricavando un tale emissario fino a quei punti a' quali è pervenuta la materia dell' Idice. La diversione dell' Idice

potrebbe eseguirsi per modo, che senza sacrificare tutto quel terreno, che è stato già reso sementabile, possano le sue acque farsi giugnere chiarificate al Primaro. In questo progetto le valli non solamente abbasserebbono le loro acque allo stesso livello anteriore all' epoca del cavo, ma eziandio molto di più, discuoprendo un gran circondario a benefizio de' possessori.

XXVIII. Il terzo progetto sarebbe di lasciare l' Idice come sta di presente, e di cavare una specie di contraffosso nella parte opposta all' Idice, il quale intestando superiormente, ed inferiormente col cavo Benedettino ne' punti dove giungono le torbidezze dell' Idice, e restando ben diviso coll' arginatura dell' alveo lasciato a questo torrente, venga a correr parallelo all' alveo presente. Così similmente le acque palustri restituirebbono tutto il terreno occupato dall' epoca del cavo, ed inoltre ne abbandonerebbono quel tanto di più, che è proporzionato alla maggiore officiosità dell' emissario.

XXIX. È cosa certissima, che ciascuno di questi tre progetti è eseguibile col consentimento delle due Legazioni. Ma è cosa malagevole a dire senza lunghi accessi, e misure, qual de' tre sia il più vantaggioso, avuto riguardo agli effetti, alla spesa, ed a' metodi della esecuzione. Dunque essendo questa la sede del male, essendo facile, e moltiplice il rimedio, essendo esso tutto riposto nelle mani, ed arbitrio delle due Legazioni Bolognese, e Ferrarese, io son persuaso, che Sua Santità non consentirà mai che una terza provincia separata affatto da' confini de' danni abbia a sacrificare i suoi terreni i più lucrosi alla Camera Apostolica; e ciò soltanto perchè le due Legazioni non restano d'accordo ne' ripari proporzionali alla vera, e dimostrata origine delle nuove inondazioni. I guai che vogliono introdursi nel general sistema, sono stati smentiti colle prove di fatto, e di ragione. Quelli che realmente sussitono, e che aumentano rapidamente, sono circondati, e ristretti alle sole valli del Poggio, di Malalbergo, e della Barigella. Dunque ogni diritto, ed ogni regola di ragione esige, che mettendo da parte le generali inalveazioni, e i progetti vasti, e rovinosi nelle quali vorrebbono strascinarsi a gran forza tutte tre le Legazioni, le due Legazioni di Bologna, e Ferrara riparino a' danni nella vera origine loro, e ne' territorj che loro appartengono.

PARTE SECONDA

DELLA NUOVA DIFESA, CHE I DUE PROFESSORI FANNO DELLA LINEA SUPERIORE, E QUAL FORZA ELLA ABBIA PER SOSTENERLA

ARTICOLO I.

La linea superiore è contraria a' voti di più Eminentissimi visitatori, alle decisioni della Sacra Congregazione delle acque, alle perizie, prima del Guglielmini, e poi di Eustachio Manfredi.

XXX. La difesa moderna della linea superiore ristrignesi solamente a tre articoli, de' quali sarà ragionato a parte ne' luoghi opportuni; cioè alla sufficienza della caduta, alla bontà del terreno, alle dimensioni giustificate dell' alveo. Ma a voler difendere completamente una tal linea, conveniva riandare tutti i voti, decisioni, ed autorità d' insigni scrittori, per rispondere alle moltissime altre difficoltà, che in esse racchiudonsi. Non è chi non sappia, che la traccia delle linee superiori non è un nuovo concetto de' tempi nostri. Ma ne fu mosso in primo luogo il pensiero dal p. Spernazzati, in una sua Scrittura a Clemente VIII. sul principio del secolo passato (1). Fu riprodotta da' signori Ferraresi nella visita de' due Eminentissimi Dadda, e Barberini, il cui celebratissimo voto rileva saggiamente le immense difficoltà, alla quale è soggetta. E quantunque questa linea tengasi in punti più alti, che non faccia la linea presente, onde per questa parte venga a tagliare i torrenti del Bolognese, e della Romagna, incontrando le ghiaie più grosse, contuttociò essa non fu riprovata per questa sola difficoltà (la quale dimostrerò comune colla linea presente) ma per le altre seguenti, che meritavano una particolare considerazione de' due professori.

XXXI. Primieramente, perchè questo progetto porta l' obbligo di tener ristrette tra argini le acque di tanti torrenti; onde troppo chiara ed evidente sarebbe l' impossibilità dell' impresa, per il pericolo certo, che potessero spessissimo restare inondati tutti i paesi adiacenti a tal linea; mentre le rotte sarebbono tanto maggiori, quantochè verrebbono cagionate da un corpo di tant' acque unite insieme, ed il dispendio per evitarle sarebbe continuo, e grande.

Secondariamente, perchè a senso de' due Eminentissimi merita tutta la riflessione quel pregiudizio, e servitù, a cui sarebbono soggetti

(1) Vedasi nel Tomo IX. di questa Raccolta.

tutti i terreni ora sì fertili, e buoni adiacenti al nuovo fiume, mentre non potrebbono scolare le loro acque con quella libertà, e felicità, che ora godono, per la natura vantaggiosa del sito, ma dovrebbono restar soggetti a lambiccarsi per chiaviche da aprirsi, o serrarsi secondo l' altezza, o bassezza delle acque, che corressero per l' alveo comune.

In terzo luogo, perchè non è piccola la difficoltà di potere accomodare all' andamento di questo nuovo alveo lo sbocco de' torrenti, che s' intersecheranno. Poichè secondo la situazione de' paesi, che bagnano, andando essi con maggiore, e minore elevatezza, è quasi impossibile a credere, che possono incontrarsi col piano del loro fondo in quello, che a tutti insieme ha destinato questa linea colla sua cadente. Onde trovandosi alcuni di essi più alti, ed alcuni più bassi, sarà ciascheduno necessitato ad accomodare la propria natura a' precetti dell' arte, che potrebbe forse facilmente restar delusa, o pure esposta a' risentimenti troppo pregiudiciali, e sensibili a chi dovesse provarne gli effetti.

In quarto luogo, perchè variando le cadenti de' torrenti, che vogliono inalvearsi, converrebbe provvedere al bisogno de' mulini, ed altri edifizi, che s' incontrano ne' punti superiori, ed inferiori; e mancando le acque che vogliono introdursi nell' alveo comune, converrà indennizzare i possessori, e provvedere con altri compensi al bisogno degli abitanti.

E finalmente ci spaventa la considerazione della spesa, che si concorda dover essere di milioni, dovendosi fare un fiume nuovo di miglia 47. (quanto era nella linea del 1693.) dovendosi a tal effetto comprare una quantità di terreni fruttiferi, dovendosi edificare tante fabbriche di mulini, e di ponti, per la comunicazione de' popoli, e fare un gran numero di operazioni dispendiose.

XXXII. Queste cinque difficoltà (oltre a quella delle ghiaie) le quali ho riportate quasi colle stesse parole de' due Eminentissimi, sussistono in tutto il loro vigore nella linea presente; e la quinta, come dimostrerò, è più valevole assai nel moderno progetto, che non è stata giammai, e pure nel parere de' due professori si tiene un perfettissimo silenzio intorno alle medesime, le quali par che meritassero la prima considerazione per la sapienza, e credito de' due Eminentissimi visitatori.

XXXIII. Oltre alla linea del 1693, un' altra detta pur *superiore* ne fu proposta nella visita Riviera, l' anno 1716. dal Corradi matematico del Serenissimo Duca di Modena. La proposizione fu inserita negli atti il dì 16 Ottobre, e leggesi nella detta visita a carte 145. della stampa. E fu riprovata in due Scritture, presentate da' signori Bolognesi. La prima del signor Eustachio Manfredi, è intitolata:

Replica de' Bolognesi ad alcune considerazioni de' signori Ferraresi, altre volte da essi dedotte ec. stampata in Roma l' anno 1717. La seconda dell' avvocato Ascevolini, e dello stesso Manfredi col titolo: *Risposta al progetto accennato nel Memoriale di Replica*, presentata, e stampata l' anno 1718. nelle scritture presentate per la nuova udienza di quella causa. Il decreto della Sacra Congregazione emanato su questa causa altro non fa, che giustificare le fortissime, ed insuperabili difficoltà mosse contro a tal linea da un professore, che ha pochissimi pari nella scienza delle acque.

XXXIV. Alla seconda linea il Corradi aggiunse la terza nel suo libro intitolato: *Effetti dannosi ec.* all' Art. VIII. pag. 119, e seguenti. Di questa linea pure fu comprovata l' insussistenza dal sig. Eustachio Manfredi nella sua Scrittura intitolata: *Compendio, ed Esame*, la quale è inserita nella Raccolta Fiorentina. Tom. V. Oltre alle prove *comparative* addotte da questo scrittore, confrontando tal linea con quella del Po, possono consultarsi ancora *le assolute* dalla pag. 236. fino alla fine; ed in esse si vedrà, che la questione presente coincide colle passate, e che alle ragioni addotte contro tali linee superiori non è stato giammai concludentemente risposto.

XXXV. La mente del Corradi, fecondissima di *linee superiori*, oltre alla terza partorì ancora la quarta linea da lui tenuta ne' punti più bassi della campagna, e difesa ne' congressi di Faenza sotto l' Eminentissimo Piazza. L' esito di questa linea fu, che l' Autore medesimo nel congresso del 23. Gennaio 1726. fu costretto ad abbandonarla, confessando, che non può trovarsi nè arte, nè esempio per poter condurre un' impresa sì vasta ad un esito, non dico sicuro, ma neppure probabile. Ora si sappia, che la linea superiore riprodotta modernamente, in più punti coincide con alcuna delle linee del Corradi, in altri resta a quelle superiore, ed in altri inferiore.

La terza linea interseca la linea superiore moderna al torrente Idice, dove essa linea l' incontra, l' interseca presso alla valle della Corla; combina prossimamente colla medesima dall' angolo, che fa la Quaderna a Levante, per un tratto di quasi due miglia.

La quarta linea interseca la presente linea superiore, fra il canale di Medicina, ed il Menatello, e scorre molto prossima a quella del Santerno all' osteria del Moro fino alla chiavica nuova sotto all' osteria della Pianta.

Il primo ramo della linea superiore moderna dalla diversione del Reno sino all' Idice, resta inferiore alla terza linea, e superiore alla quarta.

Il secondo ramo dall' Idice fin presso alle valli della Corla, è superiore a tutte due le dette linee.

Il terzo ramo dalle valli della Corla fino presso al Menatello combina

prossimamente per circa due miglia colla terza linea, ed è superiore alla quarta.

Il quarto ramo dal Menatello al Santerno all' osteria del Moro resta inferiore a tutte due le linee suddette.

Il quinto ramo dall' osteria del Moro fin presso alla chiesa Nuova sotto l' osteria della Pianta, è inferiore alla linea terza, e superiore alla quarta.

Il sesto ramo dalla chiesa Nuova al mare, rimane inferiore alla terza, ed alla quarta delle linee accennate.

La circostanza primaria, nella quale discorda la linea moderna dalle linee del Corradi, consiste nell' ultimo tronco, per il quale il Corradi sceglieva il Lamone, per lasciare tutto l' alveo di Primaro al libero scolo di tutte le valli. Laddove a' moderni è piuttosto piaciuto di prevalersi del più basso tronco di Primaro, il quale non lascerebbe di rigurgitare le acque delle piene, e le sue materie ne' punti superiori del medesimo con non piccolo danno delle valli.

XXXVI. Ora se si consideri, che l' andamento del terreno non è variato, che il tirare un poco più in su, o più in giù una linea non la fa mutar di natura, che le moderne livellazioni tendono piuttosto a diminuire, che ad aumentar le pendenze, che le leggi della gravità, e delle resistenze dal 1693. al 1764. non sono alterate, e che i professori del 1693, tra' quali vi era il Guglielmini, e del 1726, tra' quali vi era il Manfredi, non sono da disprezzarsi, concluderemo che la presente linea superiore, benchè vestita un poco più alla moda, sia non men dannabile di quelle, che con sì solenni voti, decreti, ed autorità, sono state riprovate negli anni trascorsi.

Che dirò io, che questa linea accomodata alla moda, tal quale è piaciuto a' suoi fautori di modificarla, ed ornarla, è stata per più mesi paragonata colla faccia del luogo, e riportata agli atti tutti della presente visita, e delle passate da quel medesimo professore, che piacque di trascegliere all' Eminentissimo visitatore, come informatore dell' animo suo, come direttore delle tante operazioni lodevolmente eseguite, come vero giudice sperimentato, ed imparziale degli articoli più difficili dell' arte? il quale colla sua lunga sperienza, e con maturatissimo esame l' ha riprovata solennemente, e più che qualunque altra linea modernamente inventata? Io non intendo di fare alcun paragone del merito, e della dottrina, ma non credo di offendere nessuno, se avanzo ciò che tutto il mondo sa, cioè che in Toscana è lunghissima la sperienza di questo professore nelle perizie de' fiumi; e che egli ha assistito indefessamente a tutte le misure, visite, e sessioni fatte per due anni continui sulla faccia del luogo, e sull' andamento, e proprietà di tanti torrenti, che vogliono inalvearsi. Onde la sua autorità non è niente indifferente, in rapporto

alla linea superiore, la quale resta riprovata in tutte le sue circostanze.

ARTICOLO II.

Le cadenti impostate a S. Alberto da' due professori, son contrarie all'autorità del p. Castelli, di monsignor Corsini, de' due Eminentissimi visitatori del 1693, dell'Eminentissimo visitatore del 1726, e di tutti i più insigni Scrittori fino alla causa presente. Danni che nascono, se s' impostasse il principio delle cadenti, secondo la massima antica. Se vi sia ragione per riformarla.

XXXVII. In rapporto al principio delle cadenti, che i due professori tacitamente impostano a S. Alberto, seguendo cortesemente gli Autori della linea superiore, altro non mi occorrerà, che di ripetere, quanto nella mia terza Memoria ho rappresentato contro la linea di Primaro, con questo solo divario, che lo sbalzo di questa linea porta la prima cadente all' insù miglia 12, laddove il salto della linea superiore, è più moderato di sole sei in sette miglia. Dal che si scorge, che la diminuzione dalle miglia 12 alle 7, non può distruggere il disordine che vi ha rapporto, ma lo diminuisce in tal modo, che i terreni affogheranno con qualche piede di acqua di meno. Adunque nella detta Memoria ho dimostrato, che il matematico Castelli impostava il principio delle cadenti alla foce marittima. *Veggasi il num.* 5.

Che Monsig. Cesare Corsini, nella sua visita del 1625. lo supponeva alla medesima foce. *Veggasi lo stesso numero*.

Che i due Eminentissimi Dadda, e Barberini, hanno più volte adoperato lo stesso princicipio nel loro voto del 1693, in rapporto alla linea di Volano allora esaminata. *Veggasi il numero* 7, *della stessa Memoria*.

Che lo stesso avea fatto il Guglielmini nelle sue perizie esibite nel 1692. *Come può vedersi al num.* 6.

Che secondo tal principio, il sig. Eustachio Manfredi aveva regolati i suoi calcoli. *Veggasi il num.* 9. *della stessa Memoria*.

Nella visita del 1726. sotto l' Eminentissimo Piazza senza contrasto dello stesso Corradi, fu ammesso lo stesso principio, computando la prima cadente dal mare, come consta dagli atti della visita. O i testi da me citati sono legittimi, ed a tali, e tante autorità vi vuole una risposta. O in essi vi è qualche equivoco, e questo conviene dimostrarmelo.

XXXVIII. Oltre all' autorità, io ho riportati de' fatti, e delle ragioni. Ho riportate le sperienze contrarie alla massima moderna, le

quali ci vengono esposte dal Guglielmini. Veggasi la nota di lettera B, inserita alla pag. 9. *della mia prima Memoria*. Ho riportata l' ultima pendenza del Lamone, il quale secondo gli atti della presente visita, nelle sue ultime miglia conserva una considerabil caduta. *Veggasi il Memoriale ragion. p. VIII.*

Questa caduta è un fatto, che prova insussistente la massima moderna di ritirare per molte miglia all' insù il principio delle cadenti, come appunto pretendevano gli assertori della linea di Volano, che non furono attesi. Ed un tal fatto non può smentirsi, che con fatti contrarj, i quali non vi sono; e se mai vi fossero, non servirebbono, perchè lascerebbono sempre un equivoco sulla massima fondamentale, la quale almeno non potrebbe riconoscersi come *Generale*.

XXXIX. Le dimensioni del Po di Primaro addotte dal sig. Gabbrielle Manfredi, sono state da me confutate colla ragione evidentissima, che un fiume di acque quasi chiarificate, non può servir di modello, per l' inalveazione di tanti torrenti torbidissimi incanalati fino al mare. Il profilo del Tevere stampato nel 1746, somministra nell' ultimo tronco tali, e tante irregolarità, che niuna prova può addursi nè in favore, nè in contrario alla massima in questione (1). Ma se in vece del fondo voglia piuttosto attendersi l' andamento delle acque magre nelle ultime cinque miglia, il qual viene in certo modo a ragguagliare tutte le inegualità dell' alveo, rileverassi una pendenza per il ramo d' Ostia di once 4. per miglio Romano, e per il ramo di Fumicino di once 7. (2) Dal paragone delle vastissime sezioni del Tevere in piena, con quelle del Reno potremo arguire, che tal pendenza verrebbe ad aumentarsi moltissimo, avuto riguardo a' corpi dell' acque.

XL. Non mi pare di aver meno confutate le ragioni, che vogliono arrecarsi in favore dello spostamento delle cadenti derivate dal flusso, e riflusso del mare. E le mie confutazioni sono inserite nella mia prima Memoria alla pag. 9, e 10. Dunque, o sia pel peso dell' autorità, o sia per la validità de' fatti, o sia per la forza delle ragioni, la massima moderna che seguitano i due professori, ha tutta l' apparenza di falsità, e sembra che quel salto di miglia sette sia stato immaginato da' suoi difensori, per adattare l' alveo del nuovo fiume alla giacitura delle campagne, la quale mal si confà colla rigida massima di tanti visitatori Apostolici, e di tanti, e sì valenti professori.

(1) Nel libro intitolato *delle cagioni, e de' rimedj delle inondazioni del Tevere ec.* in Roma l' anno 1746. Veggasi la pianta, e profilo della livellazione fatta l' anno 1744. dalla Nera fino al mare.

(2) Come si legge nel libro citato alla pag. 21, e 22.

XLI. Quest' ultima proposizione è rigorosamente dimostrata nella mia prima Memoria alla prop. 1. §. VI. pag. 6. 7. 8. In essa, come può ravvisarsi, ritengo tutta la graduazione delle cadenti della linea superiore, che sono quelle adottate da' due professori. Accordo l' andamento del terreno, la posizione degli scoli, de' torrenti, delle campagne, rappresentata dal profilo. E non altra variazione introduco, che quella di restituire il principio delle cadenti, da S. Alberto alla foce marittima; e da questo solo spostamento sì coerente alle visite Apostoliche, ed alle massime de' migliori Scrittori, vengo deducendo la nuova cadente della linea superiore così corretta. Questa cadente viene ad acciecare gli scoli della pianura, fa sormontare le destinate arginature, accresce, in vece di diminuire l' estensione de' terreni palustri, s' incontra malissimo al Naviglio di Bologna, e finalmente apporta un disastro notabile alle campagne le più fruttifere. E si avverta bene, che quando io dico *dimostrata*, intendo questa voce in tutto il suo rigor geometrico. Poichè dato un profilo di campagna, qual è quello della linea superiore, data la serie, e ripartimento delle cadenti, che io lo assumo da' dati della linea superiore, dato il principio delle cadenti alla foce marittima, e con una profondità di acqua di piedi 4, quale fu asserita dal Guglielmini, dal Manfredi, e da più visitatori Apostolici, si dimostra la posizione dell' alveo, e le altezze di tutti i punti del medesimo, in rapporto agli scoli de' piani, ed agli altri punti d' importanza.

Con tal rigore è dimostrato: 1. Che il fosso vecchio, che cade nell' alveo presente di Primaro piedi 4, once 1, resta nella linea superiore, colla piccola caduta di piedi 1, once 6.

2. Che la fossa detta di Buonacquisto, la quale nel profilo della linea superiore, pretendesi alta sopra il fondo del nuovo fiume piedi 2. 6. 6. resta realmente sotto il medesimo piedi 2. 6, che è lo stesso che dire, che questa fossa resta accecata di piedi 5, quanto basta per inondare un immenso territorio.

3. Che lo scolo importantissimo dello Zaniolo, per cui scola il vasto, e fruttifero terreno Imolese, in vece di avere una caduta di piedi 4, once 10, come è di presente nel Primaro, in vece di averne altrettanta con puntuale misura, come l' hanno fatta tornare gli Autori della linea, resta al contrario once 9. sotto il fondo del nuovo fiume, fatta che sia la riduzione del principio delle cadenti. Ecco che questo territorio (e lo stesso dico di tanti altri, che possono consultarsi nella mia tavola) resta affatto sommerso per la perdita di piedi 5. once 3. di pendenza. Troppo lungo sarebbe il riandare tutti i rapporti da me dimostrati in questa tavola.

XLII. Dunque è con tutto il rigor dimostrato, che impostando il primo punto della cadente non già a S. Alberto, ma alla foce

marittima, sulla scorta delle tante, e sì cospicue autorità da me più volte citate, la linea superiore, che con sì begnine apparenze ci si vuol presentare, è appunto quella, che sommergerebbe le più fertili campagne, con danno irreparabile di tanti abitatori. A questo sottilissimo filo è raccomandata la salvezza delle provincie.

Quando tutto il resto andasse benissimo, e quando la natura deludesse i disegni delle nostre carte, solo in questo di abbassare la prima cadente all' Adriatico, questo solo servirebbe per convertire in una rovina delle provincie quella linea, che si va divisando a loro alleggerimento.

XLIII. Merita ancora d' avvertirsi, che l' affogamento delle basse campagne non è quello solo, che risulta dall' elevazione del fondo; ma a questa converrà aggiugnervi ancora la nuova, e maggiore elevazione delle acque; essendo cosa manifestissima, che le acque incassate di tanti torrenti, si eleveranno di superficie assai più, che ora non fanno le acque del Primaro, le quali vengono quasi lambiccate stentatamente a traverso a tanti paduli. E non vi può esser nè arte, nè regola, per poter dire quanta sia questa nuova altezza. Questo è bensì sicurissimo, che essa non è insensibile, e che aggiunta all' elevazione del fondo, compisce la funesta tragedia di tante perdite. Tralascio le altre riduzioni esposte nella seconda, terza, e quarta proposizione della mia prima Memoria, alle quali pure vi vorrebbe una qualche risposta; e soggiungo, che la prima sola correzione, servirebbe a persone veramente imparziali, per deporre ogni pensiero di queste azzardose novità.

XLIV. Io ho detto, che la linea ridotta secondo il vero principio delle cadenti *s' incontra malissimo col Naviglio Bolognese*, il cui fondo si faceva tornare di piedi 4, once 4. sopra l' alveo del fiume; perchè tal posizione era appunto adattata alla costruzione della botte sotterranea. Ma ora il Naviglio passa un mezzo piede sotto l' alveo del fiume. Onde se volesse costruirsi un ponte canale, che reggesse; e sostenesse il Reno anche nelle sue furiose escrescenze, l' alveo del fiume tornerebbe troppo basso a tale intendimento. Ma se per contrario questo fiume volesse sprofondarsi sotto il Naviglio, facendolo passare per una botte, qual profonda voragine vi vorrebbe per impostare tal botte alla linea conveniente? Di grazia, mettiamo che tra la grossezza del lastrico, e de' voltoni, siano destinati piedi 4. Essendo l' altezza del Reno 14, 15, 16 piedi, vi vorrebbe almeno l' altezza delle luci di piedi 12. Aggiungasi il lastrico del fondo, e la profondità de' fondamenti di piedi 10. almeno, che in tutto saranno piedi 24. Il Naviglio nel punto d' intersecazione, è profondo in rapporto al terreno in cui esso è scavato, di piedi circa 18. Dunque il cavo laterale per l' intestatura della botte, e la profondità alla quale

converrebbe reggere il terreno, sarebbe di piedi circa 46. Chi ha la minima sperienza delle fabbriche, che si costruiscono nell' acqua comprenderà l' azzardo di tale operazione, la quale quando fosse sola, servirebbe per atterrire le persone di sperimentato coraggio.

ARTICOLO III.

La dimensione delle cadenti accettata da' due professori, non può fondarsi su i computi fatti. È contraria al voto di monsignor Cesare Corsini, a quello de' due Cardinali Dadda, e Barberini, agli atti della visita dell' Eminentissimo Piazza, ed al parere de' professori Bolognesi, e dello stesso Corradi.

XLV. La presente questione è ben diversa da quella dell' Articolo precedente. Ivi trattasi del punto, d' onde abbiasi a principiare il conteggio delle cadenti, e qui ricerchiamo la dimensione, o grandezza di queste cadenti; cioè se l' alveo abbia a pendere once 10, ovvero 12, ovvero 16. per miglio in certi dati punti. Dunque di tali dimensioni trattando ottimamente i due professori, hanno pronunziato, che i calcoli, onde esse deduconsi, sieno un *puro abuso della Geometria* (1), e che solo possano pigliarsi *come approssimazioni anche lontane*, e può aggiungersi *lontanissime*. Ma non mi sembra coerentissimo a tali principj, che tali regole abbiano a considerarsi *come limiti*, come *mere direzioni dell' esecuzione*. Poichè se per *limiti*, *e direzioni*, s' intendano, misure larghissime da poter errare di parecchi piedi, ciò potrebbe accordarsi, ma i *limiti, e direzioni*, che possano deluderci di piedi 5, ed anche di 10, non sono al caso nè per regolare un computo, nè per dirigere l' esecuzione dell' opera. Ora è stato da me dimostrato (2), che nella portata degli influenti può errarsi sì enormemente, che nella portata del fiume Savena potrebbe pigliarsi il numere 6, invece del numero 11. Nel Sillaro si sta dubbiosi, se le sue acque siano bene espresse dal numero 895, ovvero dal 1667. E così discorrendo degli altri influenti.

XLVI. Dunque l' aumentare le cadenti computate di once 5, o 6. per miglio, non solo non dà *l' abbondanza della caduta*, come i professori assicurano, ma vi è luogo a dubitare fondatamente, che tale aumento sia minore de' veri limiti del calcolo. E poi questo calcolo si fonda per un puro arbitrio sopra la velocità degli influenti, che si vuole di miglia 5 per ora, mentre il Reno ne trascorre 7 ½. Io non dirò, che tal velocità di miglia 5 non sia dedotta dagli atti

(1) Pag. XXXII.

(2) Nella terza Memoria pag. LIX.

della visita, tra' quali non ho mai trovata una tale sperienza, come i due professori c' insegnano. Non dirò, che altri professori assistenti alla visita la fanno non già di miglia 5, ma di miglia 3½. Dirò solo che quando si trovasse negli atti di una visita, che in sì gran numero di torrenti tutti diversi nelle portate, nelle larghezze degli alvei, nelle pendenze, nell'altezza delle piene, tutti nelle loro escrescenze avessero la stessissima velocità di miglia 5. per ora, questo solo servirebbe per dare una solenne eccezione agli atti della visita; essendo cosa affatto incredibile, anzi contraria alle leggi della natura, che differendo le circostanze, che generano la velocità, essa nondimeno sia uguale in ciascuno. Se dunque in vece di miglia 5, mettasi la velocità ora di miglia 3, ora di 2½, ec. come può farsi col medesimo arbitrio, ciascuno comprenderà, che la portata degli influenti viene a scemare assaissimo, e che tal diminuzione porta un aumento delle cadenti sopra le già computate.

La qual proposizione è così evidente, che se in questi computi si adoperi la portata degl' influenti, secondo gli scandagli del sig. Marescotti, i quali sono inseriti negli atti della visita, e se al Reno sotto Malacappa diasi la pendenza di once 30, secondo gli Autori della linea superiore, le pendenze inferiori de' diversi tronchi del nuovo fiume verranno, come segue.

Pendenze del nuovo fiume dedotte da' numeri del sig. Marescotti, e paragonate a quelle della Linea Superiore.

Punti delle variate pendenze.	Portata degl' influenti, posta quella del Reno di 44. 00.	Pendenza dedotta.	Pendenza della Linea Superiore.
al Reno unito			
alla Sammoggia	— — 44. 00.	——— — —	once 30. 00.
alla Savena.	— — 52. 11.	once 25. 38.	20 00.
all' Idice	— — 65. 93.	20. 00.	17. 00.
alla Centonara, Quaderna, Gaiana, e Sillaro.	— — 82. 54.	16. 00.	15. 00.
Al Santerno	— — 101. 79.	13. 00.	10. 00.

Dalla qual tavola ciascuno potrà argomentare, che quegli stessi computi, tuttochè mancanti nell' inchiesta presente, quando siano regolati cogli elementi inseriti nella visita, somministrano delle pendenze

notabilmente maggiori di quelle della linea superiore; e ciò, senza farvi la minima giunta. Se poi vi si sommasse l' aumento di cinque in sei once, come i due professori hanno fatto, lo sbilancio sarebbe viepiù maggiore, ed intollerabile.

Si avverta che gli Autori della linea superiore mutano la cadente non già al fiume Savena, come ho creduto di dover fare nella tavola sopraddetta, ma bensì al Naviglio, il quale non è un influente del nuovo fiume, ma un canale di navigazione, che dovrebbe correre sopra a' voltoni fatti al fiume Reno per la botte sotterranea, per la quale avrebbe a passare.

XLVII. Ora ritornando alla velocità di miglia 5. adoperata da' due professori, si vede che essa tornava bene per far de' computi, a' quali poi dando una giunta di once 5. in 6, poteva agevolmente indursi a credere le persone disattente, che con questa giunta la caduta era abbondantissima. La verità è, che queste cadenti adoperate da' due professori, e puntellate con computi affatto larghissimi, sono quelle medesime, che gli Autori della linea superiore avevano destinate a quest' alveo, come ciascuno può riconoscere dal paragone. Onde la prima cadente a S. Alberto sarà di once 10., la seconda di once 15. ec. Qui dunque versa la questione, se queste once 10. sieno sicuramente bastevoli con sicurezza relativa alla natura di questa vasta intrapresa. E quantunque sia verissimo, che le pendenze della linea superiore riguardate in se stesse, e paragonate alle linee inferiori, sieno maggiori, come maggiori erano le pendenze del Corradi, nondimeno avendo riguardo alle materie, che il nuovo fiume convoglia da' punti superiori, le quali sono anche di maggior diametro, in rapporto alle materie delle basse linee costeggianti il Primaro, io non saprei dire, se esse in tal senso respettivo possano dirsi maggiori di quelle dell' altre linee. In tale oscurità di ricerche mancandomi le ragioni, mi son sempre appoggiato all' autorità de' visitatori Apostolici, e de' professori più illustri.

XLVIII. Mi sono appoggiato alla chiarissima testimonianza di monsignor Cesare Corsini, il quale nel suo voto dell' anno 1625, non ardì di sottoscriversi alle once 16. di caduta, le quali essendo di misura Ferrarese, riduconsi alle once 22 $\frac{2}{5}$ per miglio Bolognese. *Veggasi la mia terza Memoria alla pag. VIII. num. 15, e 16.* E con sì saggio ed intelligente prelato, mi sono appoggiato al suo professore Castelli uomo sì benemerito della scienza dell' acque.

XLIX. Mi sono appoggiato alla visita del 1693, nella quale la pendenza del Reno presso alla sua foce, fu trovata di once 14. $\frac{3}{4}$, e come i due Eminentissimi soggiungono *in altri luoghi anco di vantaggio*. Merita particolar considerazione la circostanza della livellazione del 1693, la quale come ho accennato, è relativa a' punti del Reno

assai più prossimi alla sua foce, che non è S. Alberto, relativamente alla foce del Primaro. Onde quando le once 14, 15, *ed anco di vantaggio* volessero farsi servire all' inalveazione presente, ogni buona regola esigerebbe, che si riportassero a' punti del nuovo fiume analoghi in rapporto alla foce, co' punti livellati del Reno, cioè in distanza di miglia 4. in 5. dalla foce, il che farà apertamente riconoscere, se la pendenza di once 10 fissata a S. Alberto, sia maggiore, o minore di quella, che dalle visite Apostoliche viene a rilevarsi.

L. Il Corradi tanto parziale delle linee superiori, e sì favorevole in questo a' signori Ferraresi, d' accordo col Manfredi, e co' deputati della visita Piazza del 1726, non faceva difficoltà di accordare le once 15. fino al mare, come ho provato nella mia prima Memoria alla prop. II. del §. XII. alle note A, B, C, pag. 13. Ora ci vorrebbe persuadere, che il nuovo fiume da S. Alberto al mare dee correre senza la minima pendenza di fondo, e da S. Alberto sino al Santerno con sole once 10. di pendenza. Queste innovazioni di dottrine, di massime, e di misure senza un nuovo fondamento, non ci hanno a mettere in sospetto, che non è la verità quella, che si cerca, ma bensì l' interesse della sola provincia di Ferrara?

ARTICOLO IV.

La grandezza delle cadenti della linea superiore, è contraria agli atti della presente visita dell' Eminentissimo Conti. È contraria alle pendenze del Tevere sopra la città di Roma, ed a quelle d' Arno sopra S. Giovanni alla Vena.

LI. Più d' ogni altro mi fan dubitare della grandezza delle pendenze, gli atti della visita presente, dell' Eminentissimo Cardinal Conti, al quale questa controversia deve tanti profili, e misure prese fino convenzionalmente da' periti Bolognesi, e Ferraresi. Ed essendo stato giustamente ordinato di attenersi agli atti di questa visita, ad essi io mi affiderò nella ricerca presente. Dunque dal profilo convenzionale del Reno, sino alla sua foce nelle valli, rilevasi che la sua pendenza dallo sbocco della Sammoggia in giù, sia certamente maggiore di once $14\frac{3}{4}$, giacchè essa torna nel primo ramo inferiore di once $18\frac{1}{2}$, come con più combinazioni ho dedotto, e nel ramo superiore sotto alla Sammoggia di once 22. in circa per miglio. A tali pendenze è stato opposto da' signori Bolognesi, che l' alveo del Reno nel 1693. era bene stabilito, e che perciò a quella pendenza deve starsi, e non alla presente. Alla qual difficoltà mi pare di aver soddisfatto con due chiarissime risposte. La prima fa vedere colle

notizie storiche, che non si ha maggior ragione, per asserire stabilito l' alveo del 1693, sopra quello del 1762. *Veggasi la mia terza Memoria al §. II. pag. VII.*

La seconda rileva, che quando vi fosse qualche dubbio sopra lo stabilimento dell' alveo, ogni buona regola di prudenza, esigerebbe di seguitare la pendenza maggiore del 1762; perchè c' induce sicurezza maggiore, che quella del 1693, la quale ci esporrebbe a pericolo di grandi rovine. *Veggasi la stessa Memoria alla pag. XII.*

LII. Tolta dunque ogni eccezione contro gli atti della visita presente, resta manifesto, che il fiume Reno condotto per un alveo nuovo verso S. Alberto, cioè verso la sua foce, esigerebbe almeno once 18 ½ per miglio, se le due foci presente, e possibile fossero analoghe. Ma essendo la presente foce nelle valli, e la proposta al mare, vi è luogo a dubitare, quale di queste due foci sia valevole a sostenere un alveo più, o meno inclinato; e siccome tal problema mi sgomenta, come ho confessato, e provato nella mia terza Memoria (1), così io lascierò ad altri l' incarico di determinare, se più il recipiente delle valli, o quello del mare, contribuisca alla diminuzione delle cadenti, dedotte dal profilo concordato. Se tal problema non sia risoluto concludentemente, sempre si dubiterà, se a S. Alberto convenga la cadente di once 18 ½, ovvero di once 10; e sempre temerassi, se le once 10. portino l' esterminio, o la salvezza.

LIII. Il sotterfugio a cui si ricorre, si è l' unione di tanti torrenti, i quali diminuiranno le pendenze relative al solo Reno. E qui è stato risposto, che le piene di questi torrenti sono spesso discontinuate, e non temporanee. Onde venendo solitarie riempiono l' alveo, venendo simultanee, lo profondono. Ma bilanciando le prime piene colle seconde, non si può determinare, se il soccorso sia maggiore del danno. E stato risposto, e si proverà di vantaggio, che le loro materie non sono omogenee a quelle, che il Reno conduce sino alla sua foce presente. Onde è da temersi più del riempimento, che dell' escavazione dell' acque loro. Ed ora aggiugnerò, che altri fiumi d' Italia, che sono di portata maggiore, che non sono le acque del Reno unite a' suoi influenti, ci somministrano delle prove di fatto contrarie alle disegnate cadenti.

LIV. La prima prova di fatto è dedotta dal fiume Arno nel suo ramo compreso tra Pontadera, e S. Giovanni alla Vena, dove esso porta pura rena, e questa sì sottile, che si pena alquanto a trovarne di quella, che serva per le calcine. Questo ramo è lontano dal mare circa miglia 20. Per due livellazioni da me fatte negli anni scorsi,

(1) Pag. XIII. num. 26, e 27.

la pendenza di questo ramo, è di circa once 23. per miglio, secondo le misure Bolognesi, come ne avevo avvisato i deputati della Legazione di Romagna, che l'hanno inserita nel Memoriale (1). È vero, che un fiume affatto esemplare del progettato, non può rinvenirsi, ma l'Arno dopo l'ingresso di tanti torrenti, dopo la separazione delle ghiaie, e delle arene più grosse, alla distanza di miglia 20. dal mare, corre ancora con sì notabil pendenza, essendo le sue sezioni ne' punti livellati, notabilmente maggiori delle sezioni assegnate al nuovo fiume. Onde una tal prova ci convince della scarsezza delle once 15. per miglio, ne' punti analoghi del nuovo fiume.

LV. Il Tevere è assai meno incanalato dell'Arno. Poichè questo fiume nelle sue piene resta incassato dalle sue arginature, laddove il Tevere trabocca, e spande per l'agro Romano le sue acque, e le sue torbidezze. Esso sembra dalle sue sezioni, di avere una portata maggiore dell'Arno. E pure il Tevere dalla foce del Teverone, fino all'ingresso in Roma, corre con once 28. di pendenza per miglio, come attestano i due livellatori del 1744 (2). Riducendo le once, e le miglia Romane alle misure Bolognesi, tornerà tal pendenza di circa once 20 $\frac{1}{5}$ per miglio sopra la città di Roma, che è distante dal mare miglia Bolognesi 20 $\frac{1}{3}$, che uguagliano miglia Romane 25. Ora le sopraddette miglia 20 $\frac{1}{3}$ corrispondono a un punto del nuovo fiume tra il Santerno, ed il Sillaro, in distanza da questo di pertiche 920. A questo tratto la linea superiore assegna fino al Sillaro once 15, e dal Sillaro in su once 17. E pure tali pendenze, che al paragone di fiumi reali tornano scarse, voglionsi canonizzare per abbondanti.

LVI. Io non dissimulerò, che tanto il fiume Arno, quanto il Tevere nel tronco inferiore a' punti già mentovati, non vadano moderando le loro pendenze. Ed in rapporto al Tevere non tacerò, che nell'ultimo suo ramo da Roma, sino alla sua foce, che è un tratto di miglia 20 $\frac{1}{3}$ Bolognesi, prima corra con pendenza di once 11, e poi di once 4. per miglio. Ma neppure tacerò, che il Tevere è così gran fiume in paragone del Reno, e che nelle sue grandi escrescenze le sue espansioni a destra, e sinistra, sono così ampie in questo basso ramo, che aumentando queste pendenze secondo le portate del Reno, e de' suoi influenti, e secondo l'esigenza dell'acque incassate, giugneremo forse a segno da smentir nuovamente le cadenti della linea superiore. Dunque o questi due fiumi l'Arno, ed il Tevere vogliono accettarsi per pigliare una qualche regola nelle cadenti,

---

(1) Veggasi il Memoriale ragionato alla pag. IX. nota 1.

(2) Veggasi il libro delle cagioni, rimedi delle inondazioni del Tevere. Stampato in Roma l'anno 1746. pag. 21.

ed allora essi dimostrano scarsissime le cadenti della linea superiore; o essi vogliono escludersi, dichiarandoli insufficienti a formare una qualche regola, ed allora verrebbono a confessare gli Autori di questo progetto, che essi procedono affatto alla cieca, senza regola veruna nè di teoria, nè di sperienza, in un affare di tanta premura.

ARTICOLO V.

Della qualità de' terreni per cui passa la linea superiore, e se sussista la pretesa bontà de' medesimi.

LVII. Pare, che in questo luogo gli assertori della linea superiore comincino a rallegrarsi, dimostrando co' profili, e cogli attestati de' periti, che la maggior lunghezza della linea passa per terreni arborati, vitati, coltivati, e sicurissimi all' escavazione, ed all' arginatura. Alle cui compiacenze mi accorderei ancor io volentieri, se il fondo del loro fiume scorresse sette, in otto piedi incassato in questi be' piani, ma osservando al contrario da' profili le enormi profondità, alle quali dobbiamo prevenire per toccare il fondo ideato, mi pare di poter dubitare di questa tanta felicità. E primieramente in rapporto all' arginatura è inutile il ragionarne, giacchè in questi tratti non vi è bisogno d' argini, restando il fiume tutto incassato dentro il terreno, sino alle più alte escrescenze. Ma in rapporto a' vastissimi cavi, che converrà fare per reggere il terreno colle scarpe, e panchine ordinate dall' arte, io trovo una tale, e tanta difficoltà, che non mi confido di spiegarla abbastanza. Gli alti terreni, de' quali ora è questione, sono altrettanti spalti colmati da' torrenti che vengono ad intersecarli. In fatti, appunto dove sono tali influenti, il terreno osservasi di una altezza considerabile in rapporto al fondo ideato. Proverò tale mio assunto a parte, a parte.

LVIII. Il terreno contiguo agli argini di Savena, rilevasi alto sopra la cadente del progetto di piedi 15. secondo il profilo autentico della visita. Il terreno, che costeggia Savena vecchia, dimostrasi elevato di piedi 15 $\frac{1}{2}$. Il terreno attaccato all' argine sinistro dell' Idice s' inalza sopra il fondo del nuovo fiume niente meno di piedi 25. Il piano compreso tra l' argine destro dell' Idice, e la Viazza, ha di elevazione circa a piedi 20. Il terreno contiguo presso l' argine sinistro del Santerno al Moro, è alto piedi 20 $\frac{3}{4}$.

Fissato un tale articolo coll' induzione de' terreni costeggiati da' torrenti, io passo a domandare, quali materie questi stessi torrenti avranno ruzzolate, quando correvano negli antichi secoli, con pendenza tanto maggiore della presente, quanto esige la profondità maggiore di piedi 15, 20, e 25? E credo, che ognuno mi risponderà, che

portando di presente delle ghiaie *or qua, or là*, come si accorda, allora avranno strascinate delle belle pillole da fondare un edifizio. Ma lasciando tali diametri, credo che mi accorderanno, che portassero almeno della ghiaia minuta. Ora io dico, che in tale ipotesi ragionevolissima i cavi riesciranno di una difficoltà, e spesa intollerabile, e che forse saranno affatto ineseguibili.

LIX. Il caso dell' ineseguibilità dell' impresa, si verificherà quando, come è verisimile, a quelle profondità nascessero polle abbondanti, le quali ne' fondi renosi, e ghiaiosi, hanno tale attività, che vanno di mano in mano riempiendo il cavo già fatto. Onde il lavoro fatto di giorno sarà interrito la notte seguente, e forse nell' atto stesso di farlo. In tal caso altro non faremo, che rappresentare su questi terreni la favola delle Danaidi, che erano destinate a riempire eternamente una pila forata. Una tale, e tanta difficoltà è stata da me sperimentata in un cavo di circa un miglio, da me eseguito secondo gli ordini di S. M. I. tra Vicopisano, ed i terreni, che si accostano all' Arno. Il canale ordinato aveva il suo fondo non più che braccia Fiorentine 5. ragguagliatamente sotto il piano della campagna, cioè presso a piedi 8. Bolognesi. Avanzato il cavo sotto il pelo del fiume Arno, cominciarono a scoppiar tali polle, che con una spesa doppia del solito, ed a furia di gran gente, che lavorava notte, e giorno senza interruzione, il cavo potè eseguirsi. Ma è certissimo, che quando la profondità avesse dovuto accrescersi di uno, o due braccia, sarebbe stato impossibile condurlo a fine per la prontezza, colla quale le polle scoppiando di sotto, e di fianco, riempievano il voto fatto ne' momenti antecedenti. In fatti dovendo io fondare una gran cateratta da reggere le piene del fiume, in distanza di pertiche 40. dal medesimo, mi convenne circondarne la pianta di palizzate, e targonate di piedi 12, e 15. di profondità, con una spesa considerabile. E con tutta questa preparazione, tal fu il cimento di questa fondazione, che mi convenne più volte lavorare di giorno, e di notte per riparare alle frane rovinose del terreno contiguo; benchè sostenuto da paloni, e targoni incatenati, ed inchiodati con ogni maestria. Ora se tali operazioni, che ne' fondamenti di un edifizio sono praticate, volessero estendersi alle lunghezze de' cavi, ciascuna pertica di lavoro oltrepasserebbe forse scudi 2000. di spesa.

LX. Ma consideriamo l' altro caso più benigno cioè, che le polle non danneggino il cavamento, e che il cavo rendasi perciò più eseguibile; io dico che la spesa sarà tale, e tanta da spaventare fino l' antica republica di Roma. Il che proverò colla sezione, e col computo. Sia l' alveo del nuovo fiume di pertiche 20, come proverò dover essere negli articoli seguenti. Sia l' altezza perpendicolare del cavo di piedi 20. Le due scarpe, che sono nella ghiaia, vogliono

essere almeno di piedi 3. in pianta per ciascun piede di altezza; poichè la ghiaia appena può reggersi con questa scarpa. Tralascio in questa sezione di segnarvi le panchine, che pur sono indispensabili, per moderare il calcolo. La sezione di questo cavo riquadrerà piedi 5200. Onde una sola pertica andante di questo lavoro ricuberà piedi 52000. Per il peso della ghiaia, per l' altezza del trasporto, e per la distanza, alla quale convien trasportarla, formandone uno spalto, questo lavoro forse costerebbe il triplo di un lavoro ordinario in terra ben cavabile, e sarebbe a paoli 15. il passetto; ma mettiamolo a paoli 10. secondo l' esperienza del mio cavo. È manifesto secondo tali elementi, che una sola pertica di lavoro andante ne' detti terreni costerebbe scudi Romani 416; costo da spaventare l' antico Senato Romano. E pure aumentando le panchine tralasciate, e ricrescendo il prezzo del trasporto a tenore delle difficoltà locali, questo prezzo salirebbe anche a scudi 600, o 700. la pertica. A quest' analisi bisogna discendere, quando trattasi di lavori anche più ordinarj per il corso dell' acque. E tale analisi essendo stata trascurata ne' progetti, che si fanno girare per aumentare il partito, convien confessare, che fino al momento presente, una simile impresa sia stata trattata pressochè superficialmente.

LXI. A voler mettere in chiaro questo, ed altri Articoli senza fine di uguale importanza, converrebbe devenire a' saggi de' terreni più critici, facendo un pezzetto di cavo, non solamente per assicurarsi dell' eseguibilità di concetti sì vasti, ma eziandio per fissare, se la spesa sia superiore sì o no alle forze delle due provincie. Qual rovina sarebbe di queste provincie, se dopo la spesa di un milione, si giugnesse a tal punto, ove o per la soverchia altezza, o per la bassezza de' terreni intersecati dalla linea superiore, l' impresa incontrasse una insuperabile difficoltà? Tutte queste particolarità, scandagli, saggi, e conteggi vogliono essere ben liquidati, prima di prendere una risoluzione, che potesse somministrare un' epoca del totale esterminio delle provincie interessate.

LXII. Le quali cose, io tanto più volontieri ho avanzato, quanto che nella linea superiore, non solamente s' incontra la contingenza di terreni troppo elevati, ma eziandio di terreni palustri, i quali lasciano assai dubbiosa la grande arginatura di quelle bassate. Questa è l' infausta condizione di questo progetto, che una tal linea passa per poggi, e bassate sì irregolari, che tirandola più in su per evitare i paduli, ci si presentano le ghiaie de' torrenti, e discostandola da tali ghiaie s' incontrano de' pantani incapaci di cavi, e di arginature. Ma considerando la linea, quale è stata disegnata da' suoi difensori, io sostengo, che essa s' abbatte in alcuni tratti di terreni, o sicuramente palustri, o assai dubbiosi, e rischiosi. Una tal proposizione

che a moltissimi arriverà affatto improvvisa, io non posso altrimenti provarla, che recando un estratto della visita fatta da' signori Chiesa, e Tieghi, il primo sottoscritto per la parte di Bologna, ed il secondo per la parte di Ferrara.

Estratto dell' accesso autentico, sottoscritto da' periti Chiesa, e Tieghi, de' terreni per cui passa la linea superiore inseriti negli atti della visita dell' Eminentiss. Cardinal Conti.

LXIII. Vicino alla fossa di Buonacquisto, il terreno per cui passa la linea superiore è basso assai, e vallivo, e vi è dubbio se possa essere atto a reggere all' escavazione, ed a sostenere grosse, ed alte arginature, ne poterono trarne sicuro giudizio i periti dalla sola oculare ispezione. Il terreno ritrovasi di tal natura alla destra, ed alla sinistra della predetta fossa di Buonacquisto.

LXIV. Dall' intersezione dello Zaniolo verso il Corecchio per la metà del tratto, che corre fra' detti due fossi, è dubbioso se il terreno sia suscettibile di escavazione, e possa resistere a reggere le arginature, non avendo potuto assicurarlo i periti, i quali non poterono neppure percorrere a piedi il tratto suddetto, perchè restava ingombrato dallo strame con acqua, che vi si manteneva mediante una chiavica dello Zaniolo; sebbene la natura del terreno è vallivo.

All' intersezione della linea col Corecchio, il fondo di esso torrente ritrovasi coperto di grossa sabbia.

LXV. All' intersezione della linea col Sillaro, il fondo di questo torrente ritrovasi coperto di sabbia, e superiormente alla linea circa 400. pertiche, cioè in faccia alla casa segnata di num. 5. della comunità di Medicina, fu dal perito Chiesa veduta mescolata la ghiaia, quale secondo l' asserzione del colono di essa casa, si manifesta anco assai inferiormente nel tempo di grosse piene.

LXVI. Inferiormente alla Menata per un tratto di pertiche 121. i periti lasciano in dubbio se il terreno che è vallivo, sia atto all' escavazione, ed a reggere arginature. La linea superiore passa circa pertiche 50. superiormente alla linea battuta da' periti.

LXVII. Superiormente alla Menata, per un tratto di pertiche 160. dove la linea passa per la valle di Forcazzo ec. *Il terreno è tutto ricoperto di un alto, e foltissimo canneto sempre inondato d' acque*, che non si potè attraversar da' periti, *per l' instabilità, e fracidezza del fondo*. Onde per continuare la livellazione convennegli fare un giro. Da tutto quello che essi poterono vedere *vi è tutta l' apparenza che questo terreno non possa esser atto nè a reggere l' escavazione, nè a sostenere arginature massime di gran mole, come abbisognerebbero*

in un sito sì basso. Della stessa natura, e qualità proseguisce il terreno, e sotto, e sopra la linea per circa un miglio.

Per altre pertiche 129, *che restano tra il condotto Canalazzo, ed il canal di Medicina, il terreno è per la metà canneto, e per la metà che costeggia il canal di Medicina, è segareccio a strame, e a mezze robe. Per la metà che costeggia il Canalazzo, essendosi* da' periti *percorso con la livellazione, mediante una sgarbata fatta fare nel canneto, lo trovarono esser terreno fracido, tremolante, su cui difficilmente vi si poteva fermare stabile il livello, però* non lo possono giudicare *atto a reggere all' escavazione, ed a sostenere arginature di gran mole; rispetto poi all' altra metà, che costeggia il canale di Medicina, resta alquanto bonificato, ed alzato dalle torbe di detto canale. Nè dalla sola oculare ispezione,* che ne hanno fatta i periti, saprebbero *dare sicuro giudizio, se fosse atto, o nò a reggere arginature, ed a resistere all' escavazione. Della medesima qualità si scorge essere il terreno per circa un miglio tanto inferiormente, che superiormente alla linea predetta.*

La linea progettata al canale di Medicina, è portata superiormente alla linea battuta da' periti circa pertiche 140.

LXVIII. Seguitando la linea livellata da' periti dall' intersezione del canale di Medicina, sino al torrente Quaderna, *per un tratto di pertiche* 268, *cioè dal canale predetto di Medecina, sino alla Garda ora interrata, e chiamasi la valle Fioravanti, resta coperto da un alto, e forte canneto, nel quale avendo fatta fare una sgarbata* vi passarono i periti *colla livellazione, nella quale congiuntura* osservarono, *che il terreno predetto è assai fracido, ed instabile, che a stento reggeva per assodarvi il livello, ed una semplice, e sottil canna vi si conficcava con una leggera pressione di mano, onde per quanto dall' oculare ispezione, e dall' averlo percorso hanno ravvisato,* credono, *non poterlo giudicare atto per farvi escavazione, nè a piantarvi arginature di gran mole.* Per il rimanente tratto dalla Garda sino alla Quaderna, i periti hanno trovato il terreno in parte canneto più basso, in parte segareccio a mezze robe, e finalmente accostandosi alla Quaderna, prativo, inondandosi però nelle grandi escrescenze. Da quello che i periti hanno potuto ocularmente osservare, par loro di poterlo credere atto a sostenere arginature, ed a reggere all' escavazione, massime nella parte prativa verso la Quaderna, *il che però* non possono *asserire con ugual franchezza per quella parte, che costeggia la Garda predetta.*

All' intersezione della linea de' periti colla Garda, la linea del progetto resta superiore alla linea livellata di pertiche circa 185.

LXIX. Lungo la Quaderna i periti livellatori osservarono, e scandagliarono un pozzo della cascina degli Uomini della comunità di

Villa fontana, e al disotto della linea loro pertiche 720. trovarono, che il fondo di questo resta sotto il presente piano di campagna piedi 12. 4. o, ed il pelo dell' acqua del medesimo, sotto detto piano 4. 4. o. *L' acqua è alquanto gialliccia, sa di pantano, e poco grata al sapore, come si trova in diversi pozzi, dal Moro sino alla Quaderna.*

All' intersezione della linea de' periti colla Quaderna, la linea del progetto resta superiore alla linea livellata circa pertiche 280.

Superiormente alla linea de' periti pertiche 440. osservarono, che *nel fondo del torrente Quaderna si cominciava a scoprire della ghiaia, che continuava superiormente per tutto il tratto or qua, or là livellato sempre visibile.*

Presso al punto delle pertiche 440. suddette sarà dove la linea del progetto riceverà il detto torrente, cioè dove appunto cominciano le ghiaie osservate.

LXX. Nella livellazione fatta da' periti della Centonara, l' alveo di questo torrente al ponte della Rondanina, ove passò la linea della livellazione, restava ricoperto di lezza, sotto la quale si vede esservi della sabbia. E si dà bensì un avvertimento del seguente tenore.

„ Dal vedersi, che per tutto questo tratto l' argine destro si scor-
„ ge or qua, or là seminato di ghiaia minuta, e che alla dirittura
„ del ponte della Rondanina, se ne vede in oggi spanta per la cam-
„ pagna, nel qual luogo, come fu detto dal vaccaro della cascina del
„ Senator Ratta ivi contigua, due anni sono seguì una rotta del-
„ l' argine destro, arguisce quindi il Chiesa uno di noi sottoscritti,
„ che prima, che fosse rialzato lo sbocco di questo torrente nello
„ prossime valli ove sboccava, doveva questo condurre ghiaia almeno
„ per tutto il tratto predetto, credendo che quella, che si vede se-
„ minata, come si è detto per le arginature, sia stata estratta dal
„ fondo di questo torrente nelle occasioni che si è escavato, al
„ qual giudizio però il Tieghi, altro di noi sottoscritto, dice non
„ poter aderire mancando delle predette notizie „. Indi si soggiugne.
„ Andando pertiche . . . . . sopra il ponte della Rondanina si co-
„ mincia a scoprir la ghiaia nel fondo dell' alveo, che più si va al-
„ l' insù, e più cresce di mole, grossa all' incirca come le noci.

Esaminando il profilo della livellazione, si trova che il punto ove arrivano le ghiaie, resta pertiche circa 160. inferiormente al ponte delle Volpare. La linea del progetto passa inferiormente al ponte delle Volpare suddetto pertiche circa 100, onde passa superiormente al principio delle ghiaie circa 60. pertiche.

LXXI. Nella livellazione dell' Idice fatta da' periti, che *incominciando pertiche 302. sopra l' intersecazione di esso con la linea, e terminandola alli Casoni, ove la linea media interseca questo torrente,*

osservarono, che questo torrente porta ghiaia or qua, or là per tutto il tratto livellato, la qual ghiaia si scuopre assai più grossa nelle parti superiori, che nelle inferiori.

Quì deve avvertirsi, che la linea del progetto passa superiormente a' Casoni (punto infimo della livellazione) pertiche 1400.

LXXII. Similmente i periti, nel livellare un tratto dell' alveo di Savena *cominciando pertiche . . . . . sopra il punto ove la linea loro interseca la medesima sino al punto, ove viene intersecata dalla linea media* osservarono, *che quel torrente per tutto il tratto predetto conduce ghiaia assai sensibile da loro osservata or qua, or là, perchè il fondo restava coperto dall' acqua.*

Deve bene avvertirsi, che la linea del progetto interseca il torrente Savena 760. pertiche più superiormente, che la linea media, dove termina la livellazione de' periti nel punto inferiore.

Notisi ancora, che all' intersecazione di Savena la linea del progetto combina colla linea livellata.

LXXIII. Coll' occasione della livellazione del Reno, hanno osservato i periti *che questo torrente dal mulino della Canonica, sino sopra al mulino del Borgognino porta sassi, e ghiaia assai grossa, e da detto mulino del Borgognino, sino alquanto di sotto a Malacappa, hanno veduto che or qua, or là trasporta ghiaia più minuta, essendo in tal congiuntura ricoperto d' acqua il fondo.*

Il mulino della Canonica resta superiore al mulino del Borgognino, per il corso del fiume, pertiche 2800. circa; ed il mulino del Borgognino resta superiore a Malacappa, punto della diversione, pertiche circa 1850.

LXXIV. Similmente nel livellare l' alveo della Sammoggia, dal punto, ove la linea interseca detto torrente all' insù sino alli Forcelli, ove influisce in questo il Lavino, e di là sino alla strada maestra di S. Giovanni, e superiormente sino alle Budrie, osservano i periti, *che per tutto il predetto tratto nel fondo dell' alveo vi si trova seguitamente la ghiaia più copiosa, e più grossa nelle parti superiori, e più minuta, e scarsa nelle parti inferiori.*

Lo sbocco del Lavino, o siano i Forcelli restano superiormente alla linea del progetto circa pertiche 300, e le Budrie più alte de' Forcelli pertiche 1650. in circa.

Nella livellazione della stessa Sammoggia dal punto, ove viene intersecata dalla linea superiore all' ingiù, sino a dove viene intersecata dalla linea media, che è un tratto di circa pertiche 1020, osservarono i periti esservi della ghiaia minuta al fondo di questo torrente.

LXXV. Livellando i periti da' Forcelli, ove sbocca il Lavino nella Sammoggia lungo il Lavino medesimo, sino alla strada di S. Giovanni,

che è un tratto di pertiche 950. in circa, hanno osservato, *che per tutto questo tratto conduce ghiaia nelle parti superiori, e graduatamente nelle inferiori*.

LXXVI, Tali sono gli articoli principali relativi alla qualità de' terreni riconosciuti da' due periti nel loro accesso, il quale non piacque a' fautori della linea superiore; onde modificarono la loro linea, facendola serpeggiare in qua, e in là per iscansare ugualmente la ghiaia de' torrenti, e l' istabilità de' paduli. Ma un tal loro serpeggiamento non è servito per evitare questa Scilla, e questa Cariddi; anzi essi hanno dato nell' uno, e nell' altro scoglio assai appertamente, come dalle dimensioni di quest' estratto ognuno rileverà. E per ora, sospendendo la considerazione delle ghiaie che rianderò inferiormente, non posso fare a meno di non rilevare soltanto due cose. La prima, che incontrandosi più, e più terreni di consistenza dubbiosa, ogni ragione esigeva, che si uscisse di questo dubbio con altri accessi, e con saggi fatti sopra il terreno dubbioso, i quali saggi non essendo stati eseguiti, ne segue, che quell' incertezza, nella quale restarono i due periti, ricade ora contro il progetto, il quale se per altre ragioni apparisce probabile, converrebbe ora ripigliar da capo la visita per portare una decisione all' ambiguità del terreno, ed alla sospensione de' periti. La seconda è, che trovandosi oltre a' terreni dubbiosi, altri terreni, che sono stati riconosciuti marci, e palustri, ed essendo questo non un mistero, ma un' aperta confessione de' periti, convien dire, che i due professori non abbiano avuti sotto degli occhi gli atti della visita prima di decidere in così grave materia: poichè se avessero lette le parole da me contrassegnate, e tutta la descrizione della visita, come mai potevano assicurare la bontà, e consistenza de' terreni intersecati dall' alveo del nuovo fiume?

La prerogativa di tutto esaminare, e niente dissimulare in una causa importantissima, e gravissima, quale è la presente, è indispensabile ad esaminatori profondi, ed imparziali, quali hanno a presumersi i due professori.

LXXVII. L' esame de' bassi terreni, non è soltanto relativo alla consistenza delle arginature, ma eziandio all' esigenza d' una delle più importanti regole idrometriche nell' inalveazione de' fiumi, i quali se non restano bene incassati tralle due ripe, è irreparabile, e certa la corrosione delle arginature, per le sfrenate, e vaste percosse, che va loro ad imprimere il filone del fluido. Quando le ripe di un fiume restano bene elevate, esse ritengono, ed addirizzano il fiume talmente, che la percossa degli argini resta languidissima, e superficiale. Ma quando al contrario la bassezza delle ripe lascia libera la più forte corrente per iscaricarsi contro l' arginatura, essa non può mai resistere ad urto sì vasto, che batte l' argine dall' imo al sommo.

Manca alla linea superiore una condizione sì indispensabile in molti punti. Manca al terreno posto sopra la Centonara, presso alla fossa Nuova, dove il fiume secondo il profilo resta incassato soli piedi 3.

Manca a molti punti posti nel piano di sopra alla *Selva*, i quali restano elevati piedi $3\frac{1}{4}$. Manca al terreno compreso tra il canale di Medicina, e il Menatello elevato gli stessi piedi 3, e lo stesso dico di altri punti. Questi stessi piedi tre in terreni palustri non hanno la minima forza per incassare il fluido, che gli percuote. E quando l' avessero, quando il fondo non soffrisse il minimo sorrenamento, non è cosa visibile, che le arginature combattute dall' alta corrente, non possono mai resistere a tanta percossa? Qui è riposta una delle potentissime difficoltà delle inalveazioni, a trovare in una lunghezza di trenta in quaranta miglia, attraversata da bassate, ridossi, e dagli alvei de' fiumi, una linea tale, che corrispondendo alle pendenze destinate dalla natura al corpo, alle torbidezze, alle pendenze de' torrenti, questa stessa linea non resti nè troppo incassata nel terreno, sicchè i cavi sieno ineseguibili, nè troppo elevata, sicchè le ripe restino insufficienti all' incanalamento del filone. Nel caso nostro le ripe vorrebbono un' altezza non minore di piedi 8, nè maggiore di piedi 13. in circa. Or chi mai può persuadersi, che in una lunghezza di miglia Bolognesi 46, che fanno miglia Romane 56. la disposizione di un terreno intersecato da tanti, e sì torbidi torrenti abbia ad ubbidire a quella legge, con arbitrio di soli 5. piedi all' incirca?

ARTICOLO VI.

Della larghezza dell' alveo, assunta dagli autori della linea superiore, e difesa da' due professori. Essa è contraria all' autorità del Guglielmini, ed al voto de' due Eminentissimi visitatori del 1693. È contraria agli atti della presente visita, ed alle regole dell' arte.

LXXIX. Gli autori della linea superiore per iscemare l' esorbitante spesa del cavo, ridussero a sole otto pertiche la larghezza del alveo del nuovo fiume, la quale sembrando angustissima al matematico consultore dell' Eminentissimo Cardinal Conti, giudicò, che almeno altre quattro pertiche dovessero aggiungersi, per soddisfare in qualche modo all' esigenza del Reno, e di tanti torrenti, che vogliansi inalveare. I due professori arrivati a quest' articolo alla pagina XXXVI. rispondono primieramente, che *non vi è luogo alla presente difficoltà, essendo facile* nell' esecuzione *di dare ad un alveo la conveniente larghezza, e di variarne le sezioni secondo l' esigenza delle portate degl' influenti*. In secondo luogo, essi passano a provare

col calcolo della sezione, che anche con pertiche otto di media larghezza, può ottenersi un' area di piedi quadrati 3000, la quale è maggiore di piedi quadrati 2190, qual è una sezione della visita.

LXXX. Alla prima soluzione io rispondo, che avendo apertamente asserito il Guglielmini, il Manfredi, e tanti altri Scrittori, esser opera superiore all' umano intendimento il proporzionare la larghezza dell' alveo a tanti influenti (1), converrebbe, che i due professori ci palesassero le nuove loro scoperte, per cui ora resta *facile di dare ad un alveo la conveniente larghezza*. Attenderemo adunque, che essi ci dicano, se le larghezze abbiano un costante rapporto colle portate del fluido, o con alcuna loro, o potenza, o radice, e qual sia veramente questo rapporto. Attenderemo che ci parlino della resistenza del terreno in rapporto alle forze del fiume, e come esse si misurino; attenderemo finalmente la soluzione del problema di *determinare le larghezze degli alvei de' fiumi, date le loro portate, e la resistenza del terreno, su cui hanno a trascorrere*.

LXXXI. Alla seconda soluzione rilevo, che la sezione II. del Reno riquadra piedi 5287. E vi sono delle altre inferiori sezioni, le quali riquadrano più che piedi 3000, come può vedersi nella mia terza Memoria alla pag. LVI. num. 126. Onde l' assumere, come essi fanno, una più moderata sezione, sarà per meglio rinvigorire il loro argomento a difesa della linea superiore. Ma accordata ancora la sezione del Reno, che essi hanno trascelta, credo, che l' argomento da essi arrecato, per troppo provare, non provi nulla. Esso proverebbe, che assumendo ancora una larghezza d' alveo di pertiche 4, ed anche di 2, quante ne esige un piccolo rietto, col sol scostare un tantino gli argini, la riquadratura si fa tornare anche maggiore di piedi 3000. È facile a dimostrarlo. Sia dunque la media larghezza dell' alveo racchiuso tra le due ripe di piedi 40, cioè pertiche 4. Essendo

(1) Guglielmini in questa Raccolta e nel Tomo Secondo. ,, Alla risposta della ,, quinta obiezione, si dice: che il nostro parlare iperbolico indica essere cosa ,, impossibile il proporzionare coll' arte l' alveo a tanti torrenti, e da noi si muterà immediatamente, che ci sarà insegnato un metodo assicurato di farlo. ,, Sin' ora non lo crediamo tale, perchè non troviamo cosa, che ci soddisfaccia. ,, Che poi l' ingegno umano sia per sapere una volta questa difficoltà, non abbiamo motivo di dubitarne; ma se tale invento non si pubblica a' giorni nostri, saremo costretti di operare senza scorta in determinare di tratto in tratto le larghezze all' inalveazione, di cui si discorre. De' due metodi insinuati ,, da' signori Ferraresi già abbiamo detto il nostro sentimento, ed in voce, ed ,, in iscritto, onde non istimiamo qui necessario ripeterlo ,,.

Eustachio Manfredi nella risposta a' signori Ceva, e Moscatelli. Raccolta presente Tom. V. ,, Mentre non si sa, che vi sia nè regola per adattare, proporzionare la pendenza, e capacità di un alveo a tante acque, nè esempio di ,, chi l' abbia neppur tentato ,,.

l'altezza di piedi 10. secondo il supposto de' due professori, avremo la prima sezione di piedi quadrati 400. Facciasi la distanza dell' argine sì a destra, che a sinistra di pertiche 12, cioè piedi 120. la somma sarà di 240, a cui aggiungendo i piedi 40 della larghezza media dell' alveo, avremo la media distanza de' due argini di piedi 280. i quali moltiplicati per l'altezza assunta di piedi 12, daranno la seconda sezione di piedi quadrati 3360. Onde l' intera sezione sarà di piedi 3760, che è maggiore di piedi 3000. E così possono all' infinito ristringersi le larghezze degli alvei, ed allontanarsi alquanto le arginature, eppure la quadratura della sezione si farà sempre tornare maggiore di piedi 3000.

LXXXII. Da tale evidentissimo assurdo, che il Reno possa star bene con un alveo di pertiche 4, di 2, e di qualsivoglia altra piccola misura, ciascuno comprenderà, che la questione è stata scambiata. Il problema delle inalveazioni è legato alla larghezza dell' alveo incassato tra le due ripe, e non già alla sezione riportata alle arginature, le quali spesso si piantano lontanissime, a distanza di un mezzo miglio, e più, senza che ad alcuno sia venuto in capo fin' ora di assumere la sezione compresa fra gli argini per una regola delle inalveazioni. Il Guglielmini, ed il Manfredi parlando delle *larghezze degli alvei*, come da' testi chiari può rilevarsi. Nelle sessioni di Faenza l'anno 1726. la questione versava delle stesse *larghezze*, che il Corradi voleva desumere dal Canal Bianco, e i deputati Bolognesi l' obbligarono a confessare l' insufficienza di tal fiume per divenirs un esemplare. E la ragione è manifestissima. Son le larghezze degli alvei tra ripa, e ripa, che hanno ad incassare la vasta corrente delle acque. Esse sono, che hanno a dirigere, e ristrignere il filone, sicchè non vada ad urtare le arginature. Sono le stesse larghezze, che la natura va proporzionando alle portate de' fiumi, ed alle resistenze degl alvei. L' arte imitatrice della natura, non lascia all' arbitrio di un computista di slargare più o meno l' alveo, e la distanza degli argini, secondo il suo piacere, ma va misurando gli alvei de' fiumi di diverse portate, per adattare al caso in questione quella larghezza d' alveo, ed altezza di ripe, che è più coerente al fatto, ed alle osservazioni.

LXXXIII. E perchè tali fatti, ed osservazioni aveva ben digerito il dotto Guglielmini, per questo egli parlando della linea grande proposta da' signori Ferraresi l' anno 1692, assegnava alla larghezza dell' alveo non meno di pertiche 20. (1) Sulla scorta di simili osservazioni, i due Eminentissimi visitatori del 1693. non ebbero difficoltà

(1) Veggasi la sua scrittura inserita in questa Raccolta Tom. II.

di assumere la stessa larghezza di pertiche 20. (1), ed il Manfredi, ed altri, che potrei citare in gran numero, non mai hanno tenuta una misura sì scarsa di pertiche 8. per il Reno, ed altri torrenti con esso inalveati.

LXXXIV. Se i due professori hanno vedute le sezioni del Reno, autenticate dalla presente visita, avranno pure avvertito, che esse, prese le loro larghezze ad acque magre, cioè prossime al fondo, tornano come segue.

Nella sezione I.	di piedi 135.
Nella II.	„ 188.
Nella III.	„ 140.
Nella IV.	„ 147.
Nella V.	„ 182.
Nella VI.	„ 228.
Nella VII.	„ 290.
Nella VIII.	„ 455.

E nella sezione al passo di Buonconvento di piedi 163, tralle quali non ve n' è neppure una, che si accosti alle pertiche 8], cioè piedi 80, ed escludendo anche l' ultima come troppo prossima alla foce, e pigliando fra tutte le altre la media, essa riuscirà di piedi 171 $\frac{3}{8}$ per il solo fiume Reno. Ora benchè s' ignori il rapporto, che hanno le portate de' fiumi alle larghezze degli alvei, mettiamo nondimeno per modo d' ipotesi, che esse siano o in ragion semplice delle loro portate, o per ristrignersi più che sia possibile, in ragion sudduplicata delle portate adoperate da' professori Bolognesi, i quali mettendo le acque del Reno solitario a quelle di lui co' suoi influenti nella proporzione di 44 a 102 prossimamente, verrà la larghezza de' fiumi uniti di pertiche 26. Non è dunque senza grandi ragioni, che i maestri dell' arte, e i visitatori Apostolici abbiano adoperata la larghezza di pertiche 20, la quale per avventura parrà piuttosto scarsa, che avvantaggiata, se si riguardi, che il Reno solitario l' ha di misura media di pertiche 17, e le ipotesi le più favorevoli alla diminuzione la somministrano di pertiche 26.

LXXXV. Dunque o vuol lasciarsi la larghezza dell' alveo quale è stata immaginata dagli Autori del progetto, ed allora essendo essa angustissima in rapporto a tante acque, le piene gonfieranno stranamente sopra il loro giusto livello, travasando addosso alle piagge del fiume, ed agli argini esposti ad urto sì vasto, e rompendo qualunque

(1) Relazione Dadda, e Barberini inserita in questa Raccolta Tom. IX.

ostacolo venga loro ad opporsi, con esterminio delle povere provincie; o vuol dilatarsi sino alle pertiche 20, conformemente alle rispettabili autorità de' visitatori Apostolici, e de' più insigni Scrittori, ed allora non solamente converrà ricrescere la spesa nella ragione del 8 al 12, come assai moderatamente ha fatto il matematico della visita, ma nella ragione tanto più forte dell' 8 al 20, passando dal Milione e mezzo di scudi, a tre milioni, e tre quarti, ricrescimento, che farebbe apprensione ad un Serse, e ad un Sesostri. Ma di tale articolo ragioneremo a suo luogo.

PARTE TERZA

SCONVOLGIMENTO, CHE PUÒ FONDATAMENTE TEMERSI PER LA CADUTA DELLE MATERIE GHIAIOSE ORIGINATA DALLA DIVERSIONE DEL RENO, DELLA SAMMOGGIA, E DEGLI ALTRI INFLUENTI.

ARTICOLO I.

Effetti, che hanno a temersi dalla diversione del Reno.

LXXXVI. Ciascuno degli influenti, che vorrebbe inalvearsi nella formazione del nuovo fiume, meriterebbe una lunghissima perizia, nella quale co' più scrupolosi profili, coll' esame delle sue materie, e delle adiacenti campagne, venissero a determinarsi almeno prossimamente gli accidenti relativi a tal diversione. Ma ora, essendo questo mio qualunque giudizio limitato ad un tempo cortissimo, e non parendomi sufficienti alla presente questione que' profili, e sezioni che abbiamo, sarò astretto a trattar leggermente una sì vasta, e profonda materia. Comincierò dunque dalla diversione del Reno, che resta fissata nel punto di Malacappa, del quale ragionando i due periti livellatori, hanno concordemente deposto, che, *dal mulino detto di Borgognino, sino alquanto di sotto di Malacappa, hanno veduto or qua, or là, che asporta ghiaia, più minuta, essendo in tal congiuntura ricoperto di acqua il fondo*. In tal passo autentico si osservi primieramente, che il termine della ghiaia del Reno è riposto *alquanto sotto Malacappa*, senza sapersi la precisa misura, che era rilevantissima. Si osservi in secondo luogo, che il dirsi *or qua, or là* non significa, che la ghiaia minuta fosse sparsa, e rada, ma che l' osservazione, fatta *or qua or là* non potè stendersi per tutto, nè sul fondo del fiume; per essere *ricoperto d' acqua il fondo*.

LXXXVII. Domando scusa se mi avanzo a dire, che una sì gelosa ricerca doveva ripetersi con criterio maggiore, assicurandosi, se in

tutto l'alveo, continuatamente, oppure interrottamente in qualche parte, si rinvenisse la ghiaia. Del quale importantissimo articolo restando ora sospesi, non sappiamo a che cosa pensare, e come risolvere. Nè osta ciò che a difesa delle ghiaie avanzano i due professori, cioè, che *fanno fede i pubblici registri, che i contadini debbano portarsi colle carra, e prendere le ghiaie più sopra e condurle inferiormente* (1), poichè vi vuol poca malizia per discernere, che le ghiaie minute, specialmente se in esse vi sia del terroso, non sono al caso per istabilire le strade, ne' cui fondi si adoperano grosse pillole, e nella superficie ghiaia mediocre purgata dalle materie terrose. Essendo le ghiaie a Malacappa minute, non fa maraviglia, che le carra si abbiano a condurre ne' punti superiori. Oltre a tali registri minacciati, un altro ve ne vorrebbe, il quale provasse, che la ghiaia minuta del fiume, dove esso costeggia la strada, non sia adoperata nè punto, nè poco per il suo colmo, giacchè avendo io stesso paragonata la ghiaia minuta della strada con quella del fiume, mi parve veramente della stessa natura.

LXXXVIII. I due periti, che sono stati su i posti, e che hanno concordemente sottoscritte le loro osservazioni, trovansi in contraddizione co' due professori, che non hanno mai vista la faccia del luogo, poichè i primi asseriscono di avere osservata della ghiaia anche *di sotto a Malacappa*, e i due professori fanno fede, che *si è veduta ghiaia da Malacappa in su, ma non così da Malaçappa in giù*. Temendo saggiamente delle ghiaie il matematico della visita, i due professori lo assolvono da questo timore, che secondo essi, *non è appoggiato sulla sperienza*. Veggasi la pag. XXXV.). Ma di grazia qual è questa sperienza, alla quale non si è trovato il signor Perelli, che è dimorato due anni sulla faccia del luogo, e che ha preseduto a tutte le sperienze, mentre i due professori ne sono stati meglio di lui partecipi.

LXXXIX. Ecco l'esperienza. *Il Lavino entra in Sammoggia a' Forcelli, portando amendue nella confluenza un poco di minuta ghiaia. La Sammoggia passa in Reno alla rotta Sampieri, e si osserva qualche vestigio di grosse arene ancora nell' unione; nulladimeno da tanti secoli. Lavino ha ricapitato in Sammoggia, e Sammoggia in Reno, senza pregiudizio alcuno proveniente dalla ghiaia a' rispettivi fondi dopo la confluenza ec.* Per verità, che questa esperienza è così antica che nè il matematico della visita, nè i due professori vi si son potuti trovare, giacchè per fare un buon paragone, converrebbe rivandar tanti secoli addietro, quanti ne occorrono per potere osservare

(1) Parere di due matematici ec. pag. XXXV.

il Lavino separato dalla Sammoggia, e la Sammoggia separata dal Reno. Non altrimenti che così può farsi un giusto rapporto dell' alveo del Reno, senza le grosse arene della Sammoggia, e di questa senza le minute ghiaie del Lavino, e poi del Reno, e della Sammoggia confluenti come sono di presente. Ma non essendo possibile di rinvenire nè quest' epoca, nè queste osservazioni, i due professori citano una esperienza più fresca dedotta dal profilo del Reno.

XC. Essi per mitigare lo spavento, che a tutti imprimono le ghiaie, fanno osservare, che il fondo del Reno superiormente a Malacappa dove porta delle ghiaie *non ha pendenza maggiore di quella, che si trova avere di sotto a Malacappa*, dove, secondo essi corre senza ghiaie. Ma oltre che si è fatto rilevare, che anche sotto Malacappa per alquanto spazio vi sono delle ghiaie (il che rende falso in parte il loro principio) mi è convenuto riandare il profilo del Reno, dove trovasi della difficoltà sopra l' uniformità della pendenza. Poichè la cadente del Reno, da Malacappa alla rotta Sampieri deducesi di once 26. per miglio, come è stato da me avvertito nella prima Memoria alla pag. 16. Laddove, se il punto di Malacappa paragonisi col punto segnato *alla porta della canonica del Trebbo*, dedurremo la seguente pendenza.

Punto alla porta della canonica del Trebbo sopra l' orizzontale	piedi 69.	5.
Punto all' osteria di Malacappa sopra l' orizzontale	„ 59.	2.
Pendenza di questo ramo del Reno	„ 10.	3.

la quale distribuita in pertiche 2203. quante ne passano tra' detti punti, somministra la pendenza di once 27. min. 11. per miglio, che supera di quasi due once la pendenza del ramo inferiore.

XCI. Ma quando tal pendenza fosse invariabile sopra e sotto Malacappa, e quando anche fosse minore sopra Malacappa, come per certi accidenti accade a' fiumi non rarissime volte, che proverrebbe mai tale esperienza? Forse che i fiumi hanno la stessa pendenza (in parità dell' altre cose) o ne' tronchi assediati dalle più grosse materie, o in quelli agevolati dalle più minute? No certamente, che tal proposizione non è stata mai detta, nè immaginata da veruno, ed ha contro di se innumerabili esperienze, e quasi tutti i profili della visita. Ma sol proverrebbe, che questo ramo sia soggetto a qualche accidente, che fa svanire quella parità di circostanze, che va sempre riguardata. E se io non vado ingannato, non è difficile a rinvenire nel caso nostro un tale accidente, soltanto che diasi un' occhiata all' esorbitante pendenza del Reno dalla chiusa di Casalecchio sino

al punto della canonica di Trebbo, nel qual tratto, che è di pertiche 2846. il Reno corre con once 128. 10. di caduta per miglio, che fanno piedi 10. 8. 10. Or non potrebbe sospettarsi, che le acque discese con sì enorme pendenza, e con velocità ad essa proporzionata, trovando inferiormente un grado di ghiaia non tanto resistente, vengano ad escavare l'alveo assai più che non farebbono, se venissero da una minor ripidezza?

XCII. Ma checchessia della cagione di un tal fatto, che non è ancora ben verificato, io passerò a rintracciare gli effetti del Reno, quando esso venisse divertito nel nuovo fiume con una caduta aumentata di piedi 12 $\frac{1}{3}$, quanto appunto il nuovo fiume si abbassa sotto l'alveo presente. Poichè o si pensa di moderare questa caduta con una rischiosissima pescaia, come va divulgandosi, ed allora vengono ad incontrarsi tutti que' pericoli, e danni, che sono stati con tanta ragione rappresentati dal matematico della visita, e da me nelle passate Memorie, a' quali danni niente finora è stato concludentemente risposto. Viene a rinnovarsi la funesta tragedia, che la chiusa dell'Idice ha aperta nel cavo Benedettino, le cui conseguenze durano tuttavia, e vanno di giorno in giorno aumentando. O lasciasi la caduta senza il minimo riparo, ed allora lascio considerare a chicchessia, se il Reno guadagnando quasi una doppia pendenza, che non ha di presente, e rovinando dall' altezza di piedi 12 $\frac{1}{3}$, abbia, o no facoltà di far dirupare l' alveo vecchio nel nuovo, di corrodere tutte le sue ripe superiori, di chiamare dall' alto le ghiaie più grosse per buonificarne l' alveo nuovo con velocissime colmate.

XCIII. Questo aumento di caduta, o vuol distribuirsi sino alla canonica del Trebbo, o sino alla chiusa di Casalecchio. Se prendasi il primo partito, il Reno passerebbe dalle once 28. alle once 63 $\frac{1}{3}$ per miglio. Se il secondo, esso salterebbe sino alle once 101 $\frac{1}{3}$ per miglio. In amendue queste ipotesi, non è chi non vegga il generale sconvolgimento del nuovo fiume, e gli effetti luttuosissimi, ed irreparabili.

XCIV. Ritornando alquanto indietro al riparo delle chiuse, non posso astenermi dal riferire una palpabile sperienza della loro inutilità almeno in qualche parte. Dentro miglia 5. sopra Firenze sono state anticamente costruite quattro fortissime pescaie murate, l'ultima delle quali è quella detta *dell' Uccello*, che giace sotto Firenze immediatamente. L' idea de' periti nella costruzione di opere sì grandi è stata doppia. La prima è stata di ritenere con esse le ghiaie di questo fiume, sicchè non passassero a riempire il suo alveo sotto a questa Capitale. La seconda è stata di animare alcuni edifizj di mulina per i macinati della popolazione sì dentro, che fuori della città. Ora di questi due oggetti ha avuto luogo il secondo. Ma il primo è

stato così fallace, che in niun punto di tutto il ramo compreso tralle dette pescaie trovansi pillole così grosse, come sotto *all' Uccello*, segno evidentissimo, che le pescaie accelerando la velocità del fluido a distanze considerabili con quella furiosa caduta, che i fiumi ritrovano, non lasciano di rapire in giù, e di depositare ne' punti inferiori alle chiuse assaissime di quelle stesse materie, che strascinerebbono senza l' intoppo delle pescaie. La stessa osservazione ho fatta sotto alla *Steccaia di Ripafratta* sul Serchio, dove le ghiaie son ben grosse, e copiose; e benchè io non abbia veduta la chiusa di Casalecchio sul Reno, pure l'ispezione del profilo, e dell' enorme pendenza del fiume sotto a Casalecchio di piedi 10. once 8. per miglio, altro non mi annunzia, che le grosse materie cadute sotto alla chiusa. E generalmente in moltissime pescaie, che ho potuto visitare da molti anni in qua, ho trovato le masse, e diametri delle materie sotto alle medesime assai maggiori, che non si osservi superiormente sino a quel punto, dove può giungere l' azione della pescaia per sollecitare le forze motrici del fiume.

XCV. Quando dunque le chiuse fossero opere esenti dai pericoli, e dalle difficoltà esposte in tanti luoghi, quando la loro fabbrica non fosse dispendiosissima; quando le loro fondamenta, e dimensioni si accertassero senza alcun rischio, non meriterebbero tali, e tante sperienze di essere seriamente considerate, e confrontate sulla faccia del luogo, e cogli esami i più imparziali, per poter accertarsi, se tal riparo sia del genere di quelli, che possono praticarsi con sicurezza dell' esito, o non anzi con fondata presunzione, che le leggi naturali non sieno per ubbidire a' comandi capricciosi degli uomini?

ARTICOLO II.

Effetti, che potrebbe produrre la diversione della Sammoggia.

XCVI. Succedono agl' effetti temuti dalla diversione del Reno quegli altri ancora, che potrebbono intervenire nel divertir la Sammoggia, abbreviando il suo cammino, per introdurla nello stesso punto di diversione del Reno; dalla quale operazione ciascuno potrà comprendere, che l' alveo futuro della Sammoggia verrà a guadagnare tanto maggior declive, quanto lo esige la diminuzione del suo viaggio, e la profondità dell' alveo del nuovo fiume al punto della diversione. Veggiamo colle misure alla mano il risultato di tali variazioni.

XCVII. E prima determiniamo la media pendenza dalla Sammoggia nel suo ramo attuale livellato in visita, superiormente alla sua foce nel Reno. Il punto della Sammoggia a' Forcelli dove incontra la

linea superiore resta sopra la comune orizzontale piedi 60. 0. 8.

Punto attuale della Sammoggia nel suo sbocco al Reno di piedi	49. 3. 10.
Pendenza attuale alla distanza di pertiche 2440, quante ne corrono tra' detti punti	10. 8. 10.
Che distribuita per quella distanza torna per ciascun miglio a ragione di piedi	2. 2. 5.
Ora per formare un giusto rapporto dello stato presente, con quello del progetto, assumiamo lo stesso punto della Sammoggia sotto a' Forcelli, che cade piedi	60. 0. 8.
Assumiamo l' altro punto del nuovo fiume, dove gli è stata assegnata la confluenza, che è secondo il profilo sopra l'orizzontale piedi	45 0. 0.
Differenza piedi	15. 0. 8.

La distanza di questi due punti è di pertiche 1960, per le quali distribuendo la caduta, risulterà la futura caduta di once 45. 8. per miglio.

XCVIII. Se dunque ora il Lavino porta alla Sammoggia delle ghiaie minute, e la Sammoggia al Reno convoglia della grossa rena, che è un grado inferiore alle ghiaie, quali materie penseremo noi, che il Lavino sia per regalare alla Sammoggia, e la Sammoggia al nuovo fiume, quando la sua cadente sarà aumentata pressochè del doppio della presente, quando tolte le tortuosità, ed abbreviato il cammino, le resistenze saranno minori? Senza lasciare alcun arbitrio alla fantasia, ed all' esagerazione, determiniamo queste materie cercando un ramo superiore della Sammoggia, nel quale la pendenza sia pressochè uguale alla pendenza, che è risultata dagli elementi della linea superiore. Non abbiamo altro ramo, fuorchè quello, che resta immediatamente sopra i Forcelli, il cui alveo pende a ragione di circa piedi 4. per miglio; ed è cosa a tutti notissima, che la Sammoggia gode in quel ramo il bel privilegio delle ghiaie di notabil grossezza, il qual privilegio essa sarà prontissima a partecipare ancora alla linea superiore, quando colla ripidezza dell' aumentata pendenza avrà luogo di farlo.

XCIX. Che faranno i difensori della linea superiore alle prove autentiche di tali sconvolgimenti? Essi ordineranno, come hanno fatto, un' altra chiusa sulla Sammoggia per appiacevolirne la caduta. Ma una tale ordinazione sarebbe inutile, se essi nel tempo stesso non

comandano alle acque, che non disfacciano una tal chiusa, come fecero insolentemente, a quella dell' Idice. E quando le acque ubbidissero a questa intima, bisognerebbe intimare a' ghiaiotti, che essi per quanto siano rapiti dalla maggior corrente, che acquistano le acque superiormente alle chiuse, pur nondimeno procurino di tenersi ben fitti sul fondo, per non incomodare l' alveo del fiume, che già diventerebbe *miracoloso*.

C. Prima di chiudere l' articolo presente non voglio omettere un' altra combinazione, per dimostrare l' aumento di pendenza della Sammoggia nel suo ramo superiore. Adunque il punto di questo fiume sotto alla porta di casa Caprara alle Budrie, resta sopra l' orizzontale piedi . . . . 84. 5. o.

Il punto della Sammoggia, dove la continuazione della linea superiore interseca il suo alveo, resta sopra la stessa orizzontale piedi . . . . 60 o. 8.

Essendo la pendenza di questi punti, di piedi . . . 24. 4. 4. e la distanza di pertiche 1917, sarà la media attuale pendenza di piedi 6. once 4 per miglio. Ma se il punto della Sammoggia si abbassi piedi 8. 4, secondo l' alveo della linea superiore continuata, risulterebbe la pendenza di piedi 8, once 6. per miglio, la quale tanto serve per ripartire l' ordine delle ghiaie con graduazione diversa dalla presente, portando le ghiaie grosse, le mezzane, e le minute all' ingiù ne' punti più bassi della Sammoggia.

ARTICOLO III.

Quanto più certi, e più rovinosi danni minaccia la diversione del fiume Savena nella stessa linea superiore.

CI. Quando ancora il torrente Savena, che è il terzo ad entrare nel nuovo fiume, nella sua diversione non acquistasse punto di caduta, e seguitasse a correre coll' alveo stabilito, come fa di presente, pur nondimeno sarebbe inevitabile il sorrenamento dell' alveo disegnato. E tale verità è stata sottoscritta apertamente da' periti Bolognesi, e Ferraresi nella loro livellazione. Poichè essi hanno concordemente asserito, che *quel torrente* per tutto il tratto predetto, *conduce ghiaia assai sensibile da loro osservata or qua, or là, perchè il fondo restava coperto dall' acqua* (1), al qual passo ho fatto già rilevare: Prima, che la linea nel progetto interseca il torrente Savena

(1) Leggasi l' estratto della Relazione al N. 72.

760. pertiche più in su che la linea media, dove termina la livellazione de' periti, e dove ancora vedevasi della *ghiaia assai sensibile*. Secondo, che all' intersecazione di Savena la linea livellata, e la linea del progetto combinano insieme.

CII. Non vi è dunque luogo a dubitare, che trovandosi *ghiaia assai sensibile* nel punto inferiore, non si abbia a trovare più grossa, e più granita un miglio e mezzo più in su; che questa non abbia a farsi strada nel nuovo fiume per attraversarlo con una nuova, e più robusta trincea delle sue grosse materie; e che tal riempimento non abbia ad elevare l' alveo destinato sì ne' punti inferiori, che ne' superiori, con danno inestimabile di tutti i possessori adiacenti a questo fiume benefico. Se questo passo de' due periti è genuino, se vuol prestarsi fede agli atti della visita, qui non occorre andare più innanzi. La ghiaia non è della minuta, ma della mediocre, e di quella, che paragonata alle ghiaie del Reno troveransi queste, qualche miglio più in su di Malacappa, dove la pendenza supera le once 30. Onde non prima il fiume ideato potrà stabilirsi il suo alveo, che abbia elevato il fondo, fino a ridurlo alla cadente certamente maggiore di once 30, e non si può sapere di quanto. Ecco, che la linea superiore presente coincide nelle stesse ghiaie, che hanno sempre resi abominabili i progetti del Corradi. Ecco, che questi progetti, come ho accennato di sopra, non sono niente peggiori, anche in rapporto alle ghiaie della linea presente.

CIII. Non vorrei, che apparisse una mia esagerazione, se io passassi a dubitare, che il progetto presente in qualche parte restasse più pericoloso delle linee ultime del Corradi, e ciò se si ha il debito riguardo alle rovinose cadute, che ora si vanno destinando a' torrenti laterali. Il Corradi faceva passare il suo fiume sopra il Naviglio per un *ponte canale*. Egli nol profondava dove piedi 15, dove 20, e dove 28, come si fa di presente, ma soltanto 10, o 12. piedi. Il che aumentando la cadente del nuovo fiume inferiormente, veniva ad ovviare alle gravissime conseguenze delle superiori cadute. È verissimo, che tale elevazione di fondo obbligava gli scoli de' piani a passare per fogna sotto dell'alveo; ma io non saprei se tale incomodo, il quale però assicura l' operosità dello scolo, sia maggiore, che non è il totale acciecamento de' medesimi scoli, i quali a dispetto delle grosse materie, che assedieranno il nuovo alveo, pur vogliono in esso condursi con tutte le regole dell' arte.

CIV. Applicando un tal raziocinio al torrente Savena, di cui parliamo, la caduta, che il suo fondo presente ha, in rapporto all' alveo immaginato è di piedi 20, cioè presso a 13. in 14. piedi di più, che non disegnava il Corradi. La pendenza presente di questo torrente è considerabile, poichè il suo fondo 444. pertiche superiormente

alla coincidenza colla linea superiore è elevato sopra la comune orizzontale piedi . . . . 52. 8. 9.
All' intersezione della linea Bertaglia è elevato piedi 39. 6. 10.

La pendenza di questo tratto, che è di piedi . . . 13. 1. 11. va distribuita in pertiche 1093, quante ne corrono tra' punti menzionati. Onde la presente pendenza è di piedi 6. o. per miglio. Chi ha qualche sperienza in queste materie riconoscerà, che questa insigne pendenza dimostra nuovamente la verità delle ghiaie considerabili, onde si è ragionato. Ora suppongasi, che lo sbassamento dell' alveo di Savena sia per rendersi sensibile alla distanza di miglia 4. Sicchè distribuendo la caduta di piedi 20. per questo spazio, Savena penderà piedi 11. per miglio, pendenza si straordinaria, che è valevole a commuovere non che le ghiaie, e le pillole, ma eziandio le pietre da murare. Se la caduta vuol distribuirsi più in su di miglia 4, oltre a trovare materie di dimensioni sempre maggiori, veniamo a salire ne' punti di pendenza maggiore di piedi 6. Onde, non so se così il discapito sia maggior del guadagno.

CV. In questo luogo già mi veggo produrre una terza chiusa di piedi 20. Ma questa chiusa oltre ad incontrare le stesse eccezioni, che le due prime, un' altra maggiore ne risente cioè, che essa sembra quasi ineseguibile in terreno ghiaioso, qual sarà l' alveo antico, e profondissimo di Savena. Se l' altezza della caduta del fiume è di piedi 20. altrettanto sarà profonda, se non è più, quella voragine, o pelago, che l' acqua viene a scavare, come si mostra colla famosa chiusa delle Chiane d' Arezzo, la quale benchè piantata sul masso, pure lo ha scavato braccia 16. in profondità. Ora il fondamento di questa chiusa vuol essere profondato sotto il pelago almeno piedi 10, che altrimenti le acque superiori facendosi strada per disotto al pelago, leverebbono in capo il nuovo edifizio. Dunque lo sterro per giungere al fondo vuol essere profondato piedi 50. sotto l' alveo presente di Savena. Sarebbe desiderabile, che questi signori, che ordinano le chiuse, come se fossero fascinate da divertire un rio, si cimentassero a cavare un solo pozzo a tal profondità presso a' punti in questione. E benchè tal opera sia infinitamente più facile, che non è un fondamento di vasta chiusa, pure io crederei, che provando in piccolo le insuperabili difficoltà, che si trovano nelle ghiaie, e nelle pillole, avessero a rimanersi dall' agitare le menti altrui con concetti vasti, e mal misurati. Le forze dell' arte esecutrici di simili imprese sono molto più deboli, che non pensano molti Scrittori, i quali non hanno sperienza proporzionata a simili imprese. Conchiudendo dunque, diremo, che i danni relativi al sorrenamento del nuovo fiume per la caduta delle materie ghiaiose di Savena, non sono equivoci,

ma certissimi, e che essi sono maggiori, e più rovinosi, che non son quelli dedotti dalla diversione della Sammoggia, e del Reno.

Se a fermare una tanta rovina volessero moltiplicarsi le chiuse, ed in vece di una di piedi 20. due o tre volessero stabilirsene della metà, e della terza parte dell' altezza, verrebbe certamente ciascuna di tali chiuse ad incontrare un pericolo minore; ma siccome i casi, e le disgrazie moltiplicano col moltiplicare delle opere, e dalla rottura di una sola ne siegue la rovina delle altre, io non saprei che pronostico fare di tante chiuse, ciascuna delle quali pur ci fa temere degli effetti troppo frequenti di simili fabbriche, delle quali assaissime ne restano sopraffatte, e vinte dall' impeto delle piene. La discesa delle materie non cesserà per la moltiplicità delle serre, ma vi avrà luogo, come lo ha nelle quattro pescaie dell' Arno, e di altri fiumi secondo il §. XCIV.

ARTICOLO IV.

Se dalla diversione dell' Idice possa sperarsi un successo migliore, che da quella de' fiumi superiori.

CVI. Succede a Savena l' Idice, il quale colle prove fatte de' suoi esterminj nel cavo Benedettino ci somministra una sperienza decisiva di quelle, che va meditando sul nuovo fiume. Or che gli effetti sieno per essere gli stessi, se pur non saranno peggiori, possiamo argomentarlo prima dal paragone delle materie: secondo, dal confronto delle cadute; terzo, dall' esame delle altre circostanze relative all' intento. Ed incominciando dalle materie, è cosa evidentissima, che le materie, che ora l' Idice fa giugnere sino al cavo Benedettino parte sono di grosse arene, e parte di ghiaie rade, e minute. E pure queste materie sono tali, che oltre all' avere ben ricolmato il sopraddetto cavo, lo vanno sempre più sorrenando, ed elevando, riducendo la sezione del medesimo ad angustia sempre maggiore.

CVII. Oltrepassando al punto, dove la linea superiore taglia l' Idice, lo troveremo ingombrato di ghiaia più che minuta. Poichè i due periti *incominciando pertiche 302. sopra l' intersecazione di esso colla linea (superiore) e terminando la livellazione a' Casoni, ove la linea media interseca questo torrente, osservarono, che esso porta ghiaia or qua or là per tutto il tratto livellato, la qual ghiaia si scuopre assai più grossa nelle sue parti superiori, che nelle inferiori.* Or la linea del progetto passa superiormente a' Casoni, che è il punto infimo della livellazione, pertiche 1400, che fanno presso a miglia tre Bolognesi. È dunque chiaro, che a tal punto la ghiaia sia

della più grossa, confessata da' periti *nelle parti superiori*. Ma senza alcuna misura e perizia, è cosa evidentissima, che il punto dell' Idice alla confluenza del cavo è più basso, e quello, dove cade l' intersezione della linea, è più alto, restando superiore di circa miglia 4. Dunque è incontrastabile, che le materie dell' Idice al punto del nuovo fiume sieno notabilmente più grosse, di quelle portate al cavo Benedettino. Dunque per questa circostanza il danno del nuovo fiume sarà peggiore di quello del cavo sopraddetto.

CVIII. Oltrepassiamo al confronto delle cadute. L' ultimo ramo dell' Idice dal Picchetto presso a' Casoni Fumanti, sino alla confluenza del cavo, ha di pendenza piedi 10. 8. 8; ed essendo questo ramo di pertiche 1888, deducesi la cadente di once 33 $\frac{1}{3}$ per miglio. Lo stesso fiume dal pozzo delle monache di S. Mattia sino a' Casoni pende piedi 15. o. 7, e la distanza è di pertiche 2000, per la quale distribuendo la caduta, tornerà di once 45. per miglio. Pertanto essendo tal caduta maggiore dell' inferiore quasi nella ragione del quattro al tre, non v'è chi non vegga, quanta maggior facilità trovino le materie per isdrucciolare nel nuovo fiume.

CIX. Finalmente le altre circostanze riduconsi a due. La prima contraria, la seconda favorevole all' interrimento del nuovo fiume. La prima consiste nelle rotture degli argini del cavo Benedettino, le quali diminuendo la forza dell' acque, vengono a favorire la deposizione, laddove supponendosi insuperabili gli argini del nuovo fiume, le acque incassate favoriranno il profondamento. Alla qual circostanza primieramente rispondo, che prima del fatto gli argini del cavo Benedettino dicevansi sicurissimi, e pure sono riusciti fragilissimi. Or chi ci rivela, che lo stesso non accada alle arginature delle bassate nel fiume ideato? Inoltre dico, che il sorrenamento del cavo, cominciò subito, e prima che le rotture si riducessero nello stato deplorabile, in cui ora le veggiamo. Ma quando ancora questa circostanza voglia accordarsi per favorevole, tal certamente non sarà la seconda, che consiste nelle acque chiarificate, che porta il Benedettino, ed al contrario nelle torbidissime che il nuovo fiume convoglierebbe al posto dell' Idice.

Io ho detto nella terza Memoria, ed ora torno a ripetere che non mi dà l' animo a determinare se maggior vigore abbiano le acque incassate per profondare il nuovo fiume, o le acque torbide per sorrenarlo. E per contrario se maggior danno inducano le rotture degli argini, per riempire il cavo Benedettino, che non facciano di vantaggio le acque chiarificate per diluir le materie, e così scemare il riempimento. Dunque i primi due capi di confronto ci somministrano maggiori ruine nel nuovo fiume, che non è succeduto nel cavo Benedettino; ed il terzo capo ci lascia molto sospesi a decidere, se

le circostanze favorevoli al sorrenamento abbiano maggiore attività di quelle, che tendono a dissiparlo.

CX. E pure io fin qui non ho parlato della chiusa dell' Idice già destinata ad imprigionar le materie sopra la diversione. Non ho rappresentato, che essa dovendo smisuratamente elevarsi a piedi 19 ½. cioè molti piedi di più, che non era la già distrutta, quando già fosse eseguita, sarebbe in grado di pericolo molto maggiore, che non era quella che rovinò addosso al cavo Benedettino alle prime piene, che la sospinsero. Non ripeterò, per non funestare gli animi de' Giudici, quale, e quanta sarebbe la desolazione delle campagne ora le più fruttifere, se mai tal chiusa una volta rovinasse, come sappiamo esser già rovinata la famosa chiusa delle Chiane, che pure è fondata sopra di un masso. Finalmente non annunzierò che irreparabili affatto sarebbono gl' immensi danni relativi allo strappo assai facile di questa chiusa. Poichè aggiunta alla pendenza presente di once 45. per miglio, quella tanto maggiore, che sarebbe originata dalla caduta di piedi 19 ½, verrebbe a formarsene un' altra di once 60, e di 70. ancora, la quale insieme coll' alveo del fiume strascinerebbe seco le ripe, gli argini, e le più grosse materie staccate dall' alto; cagionando uno sconvolgimento, che l' arte non sa determinare. Dio solo sia quello che imprimendo nella mente degli Eminentissimi consultori la giusta idea di sì calamitose rovine, venga ad allontanare dalle povere provincie quelle desolazioni, che vogliono dipingersi come tante beneficenze.

ARTICOLO V.

Che abbia a dirsi degli altri torrenti. Se l' argomento, che portano i due professori in difesa dell' alveo nuovo sia concludente.

CXI. L' applicare le considerazioni fatte fin' ora sulle materie del Reno, della Sammoggia, di Savena, e dell' Idice agli altri torrenti, altro non sarebbe, che una continua repetizione delle cose medesime con applicazione diversa. Dunque lascierò che ciascuno dalle cose sopraddette argomenti gli effetti che possono aspettarsi dalla Centonara, dalla Gaiana, dalla Quaderna, dal Sillaro, dal Santerno, e da altri torrentelli minori, poichè è fallacissimo a paragonare le materie, che essi ora portano ne' punti della diversione, a quelle che strascineranno quando le forze motrici del fluido saranno accresciute coll' aggiunta delle nuove cadute. Io posso assicurare, che quasi non v' è torrente, dal quale non abbia a temersi de' nuovi danni. Posso attestare, che quando la questione versasse, non intorno a tanti fiumi, ma ad un solo di essi, per esempio a Savena, all' Idice ec. uno

solo mi atterrirebbe da questa smisurata intrapresa. Che se alcuno ereditando lo spirito, e le massime del defonto sig. Bertaglia, mi volesse con lui ripetere *che i miei timori sono vani*, io gli replicherei, che amo meglio temere co' più insigni maestri dell'arte, e cogli Eminentissimi visitatori Apostolici, che di sperare co' moderni innovatori delle massime già condannate in tanti scritti, ed in tante visite.

CXII. Ma non posso passare sotto silenzio un argomento affatto nuovo, che in tanti scritti del Corradi, del Bertaglia, e di altri inventori *di linee superiori* non si è veduto giammai. *Il fondo del Reno*, dicono i due professori, *superiormente a Malacappa non ha pendenza maggiore di quella che si trovava avere di sotto a Malacappa sino alla Sammoggia ..... In tutto il tratto del torrente Idice, in cui si sono fatte le osservazioni, non ostante la diversa grossezza della ghiaia, il fondo conserva la medesima pendenza da per tutto. L'istessa pendenza si osserva respettivamente negli altri torrenti, ne' quali si è veduta la ghiaia. Da questi esempi si conchiude, che la ghiaia non alterando il fondo degli alvei forniti di minore pendenza, anche nella confluenza de' torrenti, molto meno sarà capace di alterare l'alveo della linea Superiore, che ha una maggiore caduta, e maggior larghezza*. Tali sono le loro parole alla pag. XXXV. del parere. Ora mi si permetterà, cred' io, che in un affare di tanta importanza, dal quale dipende la rovina, o salvezza delle provincie, io deponga ogni artifizio, e parlando candidamente, ma sempre rispettosamente verso il merito de' due professori, dica, che in pochissime parole si contengono più articoli contrarj al fatto, ed alla ragione.

CXIII. È primieramente insussistente, come dianzi è stato da me dimostrato, che il Reno conservi la stessa pendenza, o le ghiaie sieno delle grosse, o delle minute; ed una sola occhiata, che diasi al suo profilo dalla rotta Panfili sino alla chiusa di Casalecchio, ne fa vedere il continuo alzamento di fondo a proporzione che lo ghiaie ne' punti superiori vanno ingrossando. Non sussiste neppure, che l'alveo dell' Idice *conservi la medesima pendenza in tutto il tratto, in cui sono state fatte le osservazioni*. Poichè, consultando i profili ritroviamo, che esso alla Biffa de' Casoni Fumanti ha il fondo sopra alla comune orizzontale di piedi . . . . 32. 2. 9.

Alla confluenza col cavo Benedettino di piedi . . . . 21. 8. 8.

Onde questo ramo, che è il più basso, ha di pendenza piedi. . . . . 10. 6. 1.

La qual ripartita in pertiche 1888, qual è la sua lunghezza, ci somministra per ciascun miglio la cadente di once $33\frac{1}{3}$, come dianzi è stato asserito.

Passiamo al suo secondo ramo, da' Casoni Fumanti sino al pozzo delle monache di S. Mattia, e troveremo l' alveo dell' Idice a questo punto esser superiore all' orizzontale comune di piedi . . 46. o. 8.
Alla pedagna de' Casoni Fumanti . . . . 31. o. 1.

Questo tratto avrà dunque la caduta di piedi . . 15. o. 7. che ripartita in pertiche 2000, lascia la pendenza per ciascun miglio di once 45. Qualunque altra combinazione, che possa trascegliersi, sempre dimostrerà un aumento notabile di pendenza ne' punti superiori, dove le ghiaie vanno crescendo di dimensione.

CXIV. Oltrepassando agli altri torrenti non uno, nè due esempi, ma senza fine potrei recarne del Serchio, dell' Arno, del Tevere, dell' Era, dell' Ombrone, del Bisenzio, ec. da' quali apparisce la continua aumentazione di pendenza ne' punti più ingombrati dalle ghiaie o più spesse, o più grosse. Se le livellazioni sono di piccoli rami, ne' quali l' irregolarità dell' alveo, e la tenue differenza tra materie, e materie venga ad assorbire l' insensibile aumento di pendenza, questo certamente sarà inosservabile. Ma se al contrario la livellazione si distenda per un tratto considerabile di tre in quattro miglia, è cosa affatto indubitata, che l' alveo farà riconoscere in parità di circostanze la notabil mutazione della cadente.

CXV. Per asserire, che *il fondo degli alvei de' torrenti sia fornito di minor pendenza*, e che *la linea superiore ha una maggior caduta*, converrebbe provare, che le once 29. del Reno solitario sopra Malacappa, le once 45. della Sammoggia a' Forcelli, le once 72. di Savena al punto della sua diversione, le once 45. dell' Idice ad un punto somigliante, sieno numeri minori del 24, del 17, del 15, ec. Ma finchè i primi numeri saranno maggiori de' secondi, gli alvei de' torrenti avranno pendenza maggiore, e non già minor della pendenza destinata alla linea superiore. Che se fosse vero, che i torrenti avessero minor declive dell' alveo delle acque unite, come potrebbono verificarsi i computi già fatti da' due professori, ne' quali, colla region reciproca delle portate, vanno diminuendosi le pendenze degli alvei? Io sospetto, che vi sia qualche svista nella stampa, perchè mi sembra impossibile, che due sì dotti professori abbiano ad avanzare una proposizione non solo contraria agli atti della visita, ed alla natura de' fiumi, ma contraddittoria a' loro stessi principj.

CXVI. Ma fingiamo, per impossibile, che tante falsità di fatto fossero verissime, ed osserviamo, se almeno la loro illazione sia legittima. A me veramente non pare. Poichè, dato per un momento, che in tutti i torrenti, che corrono in ghiaia, l' alveo sia per un certo tratto di pendenza invariabile, nè seguirà solamente, che l' alveo

della linea superiore per un certo tratto non muterà di declive; ma non già, che un tal alveo resti invariabile in rapporto allo stato delle ghiaie, ed allo stato della loro mancanza. Il paragone strignerebbe in riguardo a' due rami, uno superiore di ghiaie più sensibili, e l' altro inferiore di ghiaie più minute, ma non già in rapporto all' alveo di un fiume privo delle ghiaie, ed all' alveo medesimo assediato dalle ghiaie considerabili di uno, o più torrenti, che volessero scaricarvisi. In tale ipotesi dico, che l' alveo seminato di ghiaie sempre penderà più, che non farebbe se esso avesse il suo fondo composto di pura rena. E ciò è così certo, ed evidente, che molti si maraviglieranno, come mai io mi sforzi a comprovar ciò, che niuno ha mai negato, ne sarà per negare. Le ghiaie distese nell' alveo di un torrente, il cui fondo sia stabilito, formano un equilibrio colle forze escavatrici delle acque proprie; ma quando e le acque del torrente, e le sue grosse materie vogliono incanalarsi in un fiume, viene a formarsi un nuovo equilibrio tra le acque unite, e le materie pure unite e dell' influente, e del fiume. A tale equilibrio corrisponde una nuova pendenza del fiume, che aumenta, se l' influente porta materie più grosse, e scema se le porta omogenee. Or di quanto sia tale aumento, o diminuzione, lo dimanderò ad altri, che io confesso ingenuamente di non sapere la soluzione di questo problema.

CXVII. Se l' argomento de' due professori avesse luogo, esso verrebbe ancora a provare, che l' Idice non può ancora avere sorrenato il cavo Benedettino, come tutto il mondo sa. Poichè potrebbe dirsi al medesimo modo, che *il fondo dell' Idice conserva la medesima pendenza dappertutto*. Dunque la sua diversione, non può esser capace di alterare l' alveo del cavo Benedettino. Dunque quelle arene, quelle ghiaie, quelle materie, di cui il cavo s' osserva ripieno, son materie piovute dal cielo, e non già depositate dall' Idice. Lo stesso argomento proverrebbe, che si potesse a chiusi occhi inalveare un qualunque dato torrente in qualunque dato fiume. Giacchè essendo tal torrente uno di tutti gli altri torrenti citati nel parere, esso avrà da se il suo fondo invariabile. Dunque non indurrà variazione nel fiume al quale volesse accoppiarsi. Essendo dunque tali illazioni falsissime, e stravagantissime, non può non esser tale tutto l' argomento arrecato.

CXVIII. Che il fiume nuovo abbia una *maggior larghezza*, è verissimo, ma mi sembra incontrastabile, che la larghezza maggiore in parità delle altre circostanze, più favorisca il riempimento, e la maggior pendenza dell' alveo, che il profondamento, ed il declive minore.

Converrà dunque, che noi abbandonando i paradossi, e i raziocinj ingegnosi, confessiamo con tutti i periti del mondo, che inalveandosi in un fiume un nuovo influente, le cui materie sieno eterogenee,

e più grosse di quelle del fiume principale, verrà a sorrenarlo, verrà ad aumentarne, in vece di spianarne le pendenze, e che opere somiglianti son atte a formare non già l'aspettato benefizio, ma la rovina piuttosto delle provincie interessate.

PARTE QUARTA.

QUALI SIENO GLI ELEMENTI CERTAMENTE FALSI, E QUALI I DUBBIOSI NELLA LINEA SUPERIORE, PER DEDURNE LA NATURA DELL' ESITO.

CXIX. In questa parte io non istarò a ragionare di quegli elementi, che sono stati esaminati negli articoli antecedenti, la cui o falsità, o incertezza mi sono ingegnato di comprovare col rapporto delle osservazioni più autentiche dell' arte; ma soltanto di quegli altri, che sono stati dissimulati da' due professori, i quali però meritano la considerazione de' periti. E di questi stessi parlando, io sono astretto dall'angustia del tempo, e dalla vastità delle materie a piuttosto accennarne, che a persuaderne l' insussistenza.

CXX. Primieramente gli Autori della linea superiore intestano le loro arginature alle vecchie arginature del Po di Primaro in quest' ultimo ramo, elevando le nuove arginature appunto quanto le vecchie, senza avvedersi, che essendo le acque del nuovo fiume di una portata forse doppia, e tripla della portata presente di Primaro, non è mai possibile, che esse restino racchiuse da un' altezza d' argini uguale alla presente. Qui vorrei, che si ricordassero un poco delle valli di Comacchio, del Polesine di S. Giorgio, e de' terreni adiacenti alla destra del nuovo fiume.

CXXI. In secondo luogo, gli stessi Autori assumano l' altezza delle arginature sopra il fondo del fiume di circa 16. piedi, e ciò sull' esempio del sig. Gabbrielle Manfredi, che di tanto l' avea calcolata per la linea di Primaro. Ho dimostrato contro il signor Bertaglia nella mia seconda Memoria, che rilevandosi le massime escrescenze del Reno solitario secondo i profili della visita, e per una misura media, tra le sei altezze comprese nella distanza di 1835. pertiche da Malacappa in giù, di altezza molto maggiore; cioè di piedi 17. 5. 5. come dichiaro nella mia seconda Memoria, sarebbe un errore troppo pericoloso, se due, o tre Reni volessero racchiudersi dall' arginatura di piedi 16. in circa; e che dando all' arginatura piedi 2. di vivo sopra il pelo delle piene, esse non possono mai tornare minori di circa piedi 20. Ricrescendo un argine di circa piedi 4. di altezza, e di pianta in proporzione, e facendo l' argine rialzato in tutto simile all' argine primiero, la spesa viene a ricrescere come i quadrati

de' numeri 16, e 20, cioè come 256. a 400; e se l' altezza sopra la piaggia del fiume si faccia di piedi 12, e coll' aumento di 16, sarebbe la proporzione della spesa come 144. a 256. Nell' una, e nell' altra ipotesi la spesa dell' arginatura vien quasi a raddoppiare. Che dirassi se all' altezza di piedi 20. voglia aggiugnersi quella, che compete alla natural compressione degli argini, la quale per qualche sperienza di arginature da me eseguite, non mi par minore della parte decima di tutta l' altezza? Dunque a' piedi 16. converrà aggiugner piedi 1 $\frac{3}{5}$ per la compressione che seguirà, ed in tal caso la spesa è di là dal doppio.

CXXII. L' esempio addotto dal sig. Gabbrielle Manfredi non è molto stringente per due ragioni. Primieramente perchè l' escrescenze del Reno, che sono inserite nella visita, vagliono ancora contro di lui. In secondo luogo, perchè il Reno, e più d' un influente nel progetto del Manfredi non entrava incanalato, se non dopo molti secoli. Onde, dovendosi di presente il Reno, e gli influenti almeno in parte distendere per l' ampiezza delle valli, non potevano far rigonfiare le piene, come lo farebbono nel caso della linea superiore, che porta incanalate tutte queste acque in un alveo comune.

CXXIII. Il terzo elemento certamente falsissimo adottato nella linea superiore si è, che l' altezza degli argini, o del Reno solitario, o del Reno unito alla Sammoggia, a Savena, all' Idice, al Sillaro, ed agli altri influenti sino al Santerno, sia sempre la stessa cosa, che ripugna a' principj dell' arte, ed all' operare della natura, che fa sempre ricrescere l' altezza della piena alla giunta di acque nuove sopra le vecchie. Questa difficoltà è stata da me opposta al sig. Bertaglia nella seconda memoria, e vale collo stesso vigore contro i progetti della linea superiore.

CXXIV. Il parallelismo del fondo del fiume col pelo delle piene, e degli argini è una quarta difficoltà, che milita contro il Bertaglia, e contro la linea superiore. Poichè, come nella seconda Memoria ho dimostrato, il profilo del Reno, quello del Tevere, quello di tutti i fiumi, ci palesano un' inclinazione ora maggiore, ora minore delle acque magre alle acque in piena. E tale inclinazione non va per lo stesso verso, ma di convergente passa al parallelismo, e da questo passa alla divergenza.

CXXV. Nella mia prima Memoria, colle più esatte osservazioni fatte prima dal Barattieri sullo Stirone, e poi dal Zendrini sul Po, e sull' Adda, ho rilevato, che ogni fiume ha un corpo di piena, che dicesi *il ventre*, il quale rigonfiasi più piedi sopra la linea mezzana, senza che possa sapersi in qual punto abbia a succedere una tal ripienezza, o di quanto s' inalzi in un dato fiume. Non è stato introdotto questo indubitabile elemento, e se volesse introdursi, noi, non

abbiamo nè algebra, nè principj, su i quali fondarci a tanta ricerca.

CXXVI. Gli elementi dubbiosi sono senza fine. Dubitiamo primieramente, se nel computo delle portate de' fiumi abbiamo a seguire, o le velocità del Guglielmini rappresentate dalle semiordinate paraboliche, o quelle del Castelli espresse dalle triangolari, come lungamente ho spiegato nella terza Memoria, assegnando le enormi differenze di queste due ipotesi. In un opuscolo a parte sopra *l' unione, e diramazione de' fiumi*, spero di far constare la falsità sì della prima, che della seconda ipotesi, e la necessità di cercarne una terza, che sia coerente alle molte sperienze fatte in Francia, ed in Italia.

CXXVII. Dubitiamo, quali sieno le sezioni, di cui possiamo fidarci nel calcolo delle portate, e dallo scambiare soltanto le sezioni deducesi una portata assai maggiore, o minore di un'altra (1).

CXXVIII. Non sappiamo, quali sieno le velocità de' nostri influenti nelle loro escrescenze, ed il supporle o di miglia 5, o di miglia $3\frac{1}{2}$ per ciascun ora, è un giuoco affatto arbitrario, nel quale io posso far crescere, e scemar le portate come più torna a' miei particolari disegni, e prevenzioni.

CXXIX. Quando ci fossero note le portate degl' influenti, non per questo sarebbe fissata l'altezza della piena de' fiumi uniti, ma potrebbe restare un dubbio, che secondo le ipotesi correnti è racchiuso tra' piedi 18, e 25, differenza sì enorme, che adottando il primo numero potrebbe cimentarsi la salvezza delle provincie, e scegliendo il secondo salterebbe l'arginatura piedi 7. di più, con profusione d'immenso danaro (2).

CXXX. Ora se a tutto questo si aggiunga l' incertezza de' fondi palustri destinati per le arginature, l'incertezza de' fondi ghiaiosi, che rendono i cavi ineseguibili, l' incertezza del principio delle cadenti, della loro graduazione, della loro grandezza, ed assaissimi altri capi rilevati nelle mie tre prime Memorie, e nella presente, torneremo a concludere, che noi ci troviamo in un furioso giuoco d'azzardo, in cui cimentiamo la salvezza delle provincie con un solo grado di speranza contro cento, e più gradi di fondato timore, che ci contrasta l' esito dell'impresa. E si badi bene, che io ho parlato delle sole incertezze, e non già degli errori, e fatti certissimi, che renderanno vana la speranza dell' esito.

---

(1) Veggasi la terza Memoria alla prop. V, e tavola annessa alla pag. LVIII.
(2) Veggasi la terza Memoria alla prop. VI, e tavola annessa alla pag. LX.

PARTE QUINTA.

ARTICOLI PARTICOLARI RELATIVI ALL' ESECUZIONE DELLA LINEA SUPERIORE.

ARTICOLO I.

Spesa della linea superiore più esorbitante di tutti gli altri progetti.

CXXXI. Ristringerò gli articoli relativi all' esecuzione soltanto a quattro capi: cioè 1. A quello della spesa. 2. A quello delle polle. 3. A quello del sorrenamento de' rami inferiori già cavati. 4. A quello di salvare la navigazione della città di Bologna. E facendomi dal primo io non posso consentire, che questo articolo, che è il potentissimo in rapporto all' esecuzione, e che è l' anima di tutti gli affari tanto civili, che idrometrici, si abbia a dissimulare cotanto, come se fosse una cosa indifferente l' importare di un milione, o di due, o di quattro. Se i progetti di questa fatta dovessero misurarsi dalla parte del fisico solamente senza bilanciare la qualità del dispendio colle forze degli interessati, colla quantità del frutto, e colla certezza dell' esito, io credo, che infiniti progetti bellissimi, i quali sono stati esclusi da quel bilancio, si avrebbono ad accettare come facili ed eseguibili. Convien dunque in questa materia restar d' accordo in alcuni articoli. Conviene accordarmi, che le linee del Corradi sono state dichiarate come superiori alla forza delle provincie non solo da' primi professori delle due visite del 1693, e del 1726, ma eziandio dal voto degli Eminentissimi visitatori, come co' testi apertissimi può farsi constare a chicchessia.

CXXXII. Conviene ancora, che mi si conceda, che quando io dimostrassi viepiù enorme la spesa della linea presente, in rapporto a quella de' tre progetti del Corradi, i quali vanno al Lamone, avrei già dimostrata la incompatibilità di questo progetto colle forze degl' interessati, e colle più giuste regole dell' economia; e che finalmente, quando le basse linee di Primaro si mostrassero molto meno dispendiose della linea superiore in parità dell' altre cose, queste piuttosto meriterebbono la preferenza. Io non intendo di fare un rapporto preciso tra spesa, e spesa, giacchè questo è affatto impossibile; ma soltanto un rapporto di approssimazione, che ci faccia riconoscere chiaramente una certa proporzione delle spese. E primieramente è manifesto, che in parità dell' altre cose, le spese saranno come le lunghezze delle linee. Or la linea presente dalla Sammoggia al mare ha una lunghezza di circa miglia 46. La linea del Corradi

di numero 3. dal Reno fino al Lamone corre per miglia $33\frac{1}{4}$. La linea di numero 4. similmente sino al Lamone per miglia $35\frac{1}{2}$. La linea di num. 5, proposta nella visita Piazza, dal Reno sino al mare ha di lunghezza miglia $46\frac{3}{8}$. Onde per questa parte le due prime linee sono più corte della presente, e la terza le si accorda dentro un miglio. Dunque le linee del Corradi o sono di ugual dispendio della presente, o di spesa notabilmente minore, essendo cosa certissima, che la dilatazione del Lamone nell' ultimo ramo sia di spesa incomparabilmente minore d' un cavo, e d' un' arginatura creata tutta di nuovo a traverso a' paduli di Savarna, per condurla sino al Pirotolo.

Tralle linee basse moderne le tre più ventilate, cioè la linea del padre Frisi, quella del sig. Marescotti, e quella del sig. dottor Perelli, stanno tutte dentro il confine di miglia 27, ed alcuna di queste tre riesce molto minore. Dunque è tanto più comportabile il dispendio delle basse linee moderne, quanto è più mite il numero 27, in rapporto al 46.

CXXXIII. Se dunque gl' interessati delle città, terre, e castella della Romagna nel loro Memoriale ragionato hanno fatto constatare, che il cavo, l' arginatura, e compera de' terreni in un fiume di miglia $27\frac{3}{4}$ si accosta all' importare di un milione, e mezzo (1), e se tal loro scandaglio hanno comprovato coll' autorità di un simile scandaglio fatto dal sig. Guglielmini, resterà ben visibile, che a titolo della sola lunghezza, il progetto della linea superiore non molto si scosterà dall' importare di tre milioni, i quali ognun confesserà superare d' assai le forze di due provincie. E pure in tal calcolo mancano quattro capi di spesa non calcolabili. Cioè: Il capo della riduzione delle foci de' torrenti, e degli scoli per voltarli a seconda del fiume.

Il capo delle fabbriche, di ponti, di fogne, di botti sotterranee, ec.

Il capo degli annessi, e connessi di simili operazioni, delle ture maestre, e secondarie, de' contraffossi, e di altri simili preparativi.

Il capo delle spese affatto incerte, le quali non potendosi calcolare si sperimentano più assai considerabili in tutti i casi di questo genere.

CXXXIV. Dal rapporto delle lunghezze trapassiamo a quello delle qualità del terreno, ed è stato già comprovato, che le materie ghiaiose, le quali più s' incontreranno nella linea in questione, che nelle tre linee del Corradi, e nelle tre linee moderne, sono assai più dispendiose delle materie palustri, le quali, essendo composte a strati

---

(1) In questa Raccolta Tom. II.

di sottilissima belletta, e di barbe palustri, sono più vangabili, ed asportabili, che non accade alle ghiaie o pure, o mescolate. Dunque anche per questo titolo ricresce la linea presente, la qual però non manca della difficoltà di alcuni terreni palustri, come i periti lo testificano.

CXXXV. Ma quello, che fa un divario più doloroso, si è la gran vastità, e profondità delle sezioni. Poichè tanto i tre fiumi del Corradi, quanto le tre linee moderne lambiscono, per dir così, la superficie del terreno, nel quale s' incassano assai moderatamente. Laddove l' alveo della linea superiore si interna dentro de' ridossi sino a piedi 15, 20, e 28, come è stato già detto. Ora per far meglio sentire il peso di tal profondamento, mi sono preso la pena di distinguere tre generi di cavi. Prima, quelli che s' internano assai profondamente da' piedi 13. sino a' 28. Secondo, quelli che si vengono ad incassare con mediocre profondità da' piedi 8. sino a' 13. E finalmente quelli, che troppo superficialmente si abbassano dentro il terreno da' piedi 3. sino alli 8.

Tra' cavi del primo genere ho trascelta la sezione media, la quale valutando a soli paoli 6. il passetto, che è pochissimo in rapporto allo stento delle altezze, somministra ciascuna pertica andante di scudi 194. paoli 7. Ed ogni miglio l' uno per l' altro di scudi 97350.

Or suppongasi, che la lunghezza del terreno di tal media sezione sia uguale al terzo di tutta la linea, quando realmente è maggiore. Sarà dunque tal lunghezza di miglia 15 $\frac{1}{3}$, la qual somministra l' importare del cavo di scudi 1492700.

CXXXVI. Alla stessa maniera tra' terreni di altezza mediocre ho dedotta la sezione media, la quale riquadra piedi 2271. Questa può valutarsi a paoli 5. il passetto, ed importerà nella lunghezza di altre miglia 15 $\frac{1}{3}$, scudi 696133 $\frac{1}{3}$. E finalmente tra le sezioni de' terreni di terzo genere ho presa la media di piedi quadrati 1037, la quale importerà relativamente al puro cavo, e nella lunghezza di altre miglia 15 $\frac{1}{3}$. scudi Romani 254533 $\frac{1}{3}$. La somma dell' importare de' puri cavi sarà di scudi 2443366 $\frac{2}{3}$.

Questo computo è assai meno ipotetico, che non sono molti altri fatti finora, i quali sono stati fondati sopra ipotesi arbitrarie, laddove il presente è fondato sopra le sezioni medie di tre classi di terreno, nelle quali secondo il profilo può distribuirsi tutta la larghezza del fiume, come può vedersi nell' annessa nota.

Tavola delle altezze, e delle sezioni de' terreni, che s' incontrano nella traccia della LINEA SUPERIORE, *riducendogli a tre classi.*

CLASSE I.

De' terreni più elevati.

		Altezza del Terreno	Riquadratura della sezione in piedi
1. Terreno sotto al Reno, alla via delle Lame elevato sopra il fondo del nuovo fiume .	piedi	28 ½	6650.
2. Terreno alla via di Stiatico fra Malacappa, ed il Naviglio	„	22 ¼.	5104.
3. Terreno fra la via di Galliera, e la via della Mascarella	„	22.	5040.
4. Terreno superiormente al Naviglio . . .	„	16.	3516.
5. Terreno presso al Torrente Savena . . .	„	13.	2811.
6. Terreno presso a Savena vecchia	„	15 ½	3397 ½
7. Terreno a sinistra dell' Idice	„	25.	5859.
8. Terreno fra l' Idice, e la Viazza	„	20.	4482.
9. Terreno fra la Viazza, ed il condotto Corla	„	20.	4482.
10. Terreno fra il condotto Corla, e la Via erbosa	„	18.	4032.
11. Terreno presso la via maestra di S. Vitale .	„	16.	3516.
12. Terreno alla destra del Santerno alla pianta.	„	16.	3516.
13. Terreno presso al taglio Corelli	„	13 ½	2927.
14. Terreno fra lo scolo delle Alfonsine, e lo scolo del Passetto.	„	14.	3044.
15. Terreno alla sinistra del Senio	„	13.	2811.
16. Terreno alla destra del Senio	„	17.	3755.

Sezione media fra le suddette Piedi 4058.

CLASSE II.

De' terreni elevati mediocremente.

		Altezza del Terreno	Riquadratura della sezione in piedi
1. Terreno sopra la via maestra di San Donato elevato	piedi	12.	2580.
2. Terreno a sinistra dello scolo Sassatelli . .	„	11.	2321.

		Altezza del Terreno	Riquadratura della sezione in piedi
3. Terreno a destra dello scolo Sassatelli . .	″	10 $\frac{1}{2}$	2210.
4. Terreno al vialone Sacrati	″	10.	2100.
5. Terreno alla via pubblica, che va alla Chiesa nuova	″	10 $\frac{1}{2}$	2210. 2376.
6. Terreno a destra del Santerno al Moro . .	″	11 $\frac{1}{4}$	
7. Terreno a destra dello scolo di Fornazzo. .	″	12 $\frac{1}{4}$	2637.
8. Terreno a S. Alberto	″	8 $\frac{1}{3}$	1737.

Sezione media fra le suddette piedi 2271.

CLASSE III.

Dei terreni poco elevati.

		Altezza del Terreno	Riquadratura della sezione in piedi
1. Terreno fra la Sammoggia, e Malacappa presso al Fossadone, elevato sopra al fondo del nuovo fiume	″	7 $\frac{1}{2}$	1556.
2. Terreno presso al condotto Stagno	″	7 $\frac{1}{2}$	1556.
3. Terreno presso al fiumicello di Minerbio. .	″	7 $\frac{1}{4}$	1502.
4. Terreno fra la via di S. Donato, ed il fiumicello Diolo	″	7 $\frac{3}{4}$	1609.
5. Terreno sopra la Centonara alla Fossa nuova	″	3.	609.
6. Terreno nel piano di sopra alla Selva . .	″	3 $\frac{1}{4}$	660.
7. Terreno alla Garda interrita a' prati di Villa Fontana	″	4 $\frac{1}{4}$	860.
8. Terreno fra il canale di Medicina, ed il Menatello.	″	3.	609.
9. Terreno fra il Menatello, e la Menata . .	″	3.	609.
10. Terreno fra la fossa del Dosso, e la chiesa di Porto nuovo.	″	5.	2025.
11. Terreno a pascolo fra il Corecchio, e lo Zagniolo . . . . :	″	5.	2025.
12. Terreno presso alla fossa di Buonacquisto .	″	4.	816.

Sezione media fra le suddette piedi 1037.

CXXXVII. A questa prima partita si aggiunga la seconda dell' arginatura, la quale si abbia soltanto a costruire nella II, e III. classe di terreni, tralasciando la prima, che per le grandi profondità non

ha bisogno della costruzione degli argini. E benchè la terra de' cavi nella II. classe piuttosto avanzi, che manchi per la formazione degli argini, pure nella terza classe mancherà, perchè i cavi somministrano minor massa di terra, e le più alte arginature ne consuman di più. Per regolare in qualche modo la detta arginatura, facciasi l'altezza degli argini nella II. classe di terreni di piedi 10. La larghezza in cima di piedi 6. La panchina all' altezza di piedi 5, e la scarpa dell' argine un piede di pianta sopra un piede di altezza. Sarà la sua sezione di piedi quadri 210, e nella lunghezza di miglia 15 $\frac{1}{3}$, la sua ricubatura di piedi 16100000. per ciascheduna parte; che a soli paoli 2. il passetto di sola pestonatura, e struttura importerà scudi Romani 25760.

Ma nella terza classe de' bassi terreni sia l'altezza di piedi 15, la larghezza in cresta come dianzi; le due panchine, per ogni 5. piedi di altezza similmente di piedi 5, e colla scarpa naturale di piede per piede, verrà la sezione di piedi quadri 456. onde la ricubatura in miglia 15 $\frac{1}{3}$ di piedi 35650000; che similmente a paoli 2. il passetto salirà a scudi Romani 57040.

Somma dell' arginatura di una sola parte di scudi Romani 82800. Qual raddoppiando si avrà l'importare di tutta l'arginatura di scudi Romani 165600.

CXXXVIII. Regoliamo la terza partita della compera de' migliori terreni del Bolognese, e della Romagna secondo la stima del Guglielmini, la quale porta scudi 80. per tornatura. E mettiamo, che la larghezza occupata sia non più che pertiche 40, numero moderatissimo, e minore assai del vero, che salirà sino a 50, e più. Questa compra nella lunghezza di miglia 46. importa scudi Romani 511096; a cui aggiungendo l'importare del cavo di scudi 2443366 $\frac{2}{3}$; e dell' arginatura di scudi 165600, la somma dell' importare di queste tre partite sarà di scudi Romani 3120062 $\frac{2}{3}$.

CXXXIX. A voler paragonare una tal somma a quella delle tre linee del Corradi, facciasi osservazione, che in essa manca l'esorbitante spesa de' terreni altissimi della linea in questione. Onde la prima porzione del cavo nelle linee Corradi va regolato all' incirca come la seconda porzione della linea superiore. E siccome la differenza è di scudi 796566 $\frac{2}{3}$ è cosa certissima, che questo è un bel risparmio nelle linee Corradi.

È vero, che l'arginatura del Corradi si estende per tutta quasi la linea, laddove la presente arginatura si estende a soli $\frac{2}{3}$ della lunghezza, ma egli è altresì innegabile, che il valor de' terreni nelle linee Corradi è minore, e che il Lamone fa una buona economia nell' ultimo ramo del cavo. Onde bilanciato il tutto, sembra innegabile, che la profusione del denaro nella linea presente sia maggiore,

che nelle linee del Gorradi, le quali nondimeno sono state detestate, anche per questo titolo del dispendio eccessivo, e superiore alle forze delle provincie.

CXL. Ora è inutile, che facciasi il paragone colle tre linee basse costeggianti diversamente il Primaro. Poichè ciascuno comprende, che oltre alla circostanza de' cavi non tanto vasti, e profondi, come sono stati disegnati nella linea superiore, vi è quella del viaggio tanto minore, e che computato l' uno, e l' altro capo, l' importare delle basse linee non giungerà mai alla metà di quello, che nella linea superiore è stato divisato. Quello adunque, che colle regole dell' arte, e sull' elemento de' profili può assicurarsi, si è, che i tre soli capi di spesa importano più di tre milioni.

A' quali se si aggiungano gli altri quattro capi di spesa da me dianzi descritti, io credo, che non sarà chi mi contrasti, che la spesa si ravvolgerà verso i tre milioni, e mezzo, e piuttosto più, che meno. Or se questa abbia a dirsi una spesa tollerabile, se si abbia a riguardare come proporzionata alle forze delle esauste provincie, se si abbia a battezzar come piccola in rapporto agli utili, che sono incertissimi e nel successo, e nella loro grandezza, io me ne rimetto alle persone, che sanno contare tre in quattro milioni di scudi, e che abbiano la minima cognizione delle provincie, e de' loro terreni. Che sarebbe mai, se avendo i signori Bolognesi comprato con più di scudi 300. mila la perdita maggiore delle valli di Malalbergo, e della Barigella, venisse ora a formarsi un' epoca più memorabile di tre provincie rovinate, spendendo alla loro rovina, niente meno, che tre milioni e mezzo, quanto forse costerebbe una guerra fatta per conquistarle? Io non crederò mai che una risoluzione sì rovinosa possa cadere nell' animo mitissimo nè dell' Eminentissimo visitatore, nè di Sua Beatitudine.

ARTICOLO II.

Delle polle, che danneggiano l' esecuzione dell' opera, e se sia praticabile il proposto rimedio.

CXLI. Che nella traccia della linea superiore ci sien delle polle, non è cosa da mettersi in dubbio, constando da un lunghissimo esame di due periti, che visitarono i pozzi ritrovati presso alla linea. Nel foglio di num. III. i due periti Gamberini Bolognese, e Freguglia Ferrarese ci somministano la descrizione di 33. pozzi incominciando dall' Idice, e terminando al Naviglio per la linea Bertaglia, la quale in quel tratto interseca i terreni ben colti del Bolognese. E benchè la linea superiore alquanto si discosti dalla linea Bertaglia,

nondimeno tal distanza non è tanto eccessiva, che ci tolga il fondato timor delle polle. E siccome nella linea Bertaglia il pelo dell' acqua è stato trovato sotto il piano della campagna dove piedi 3, dove 6, dove 4 sino ad un piede, così possiamo conchiudere, che abbia a succedere nella traccia della linea superiore, nella quale vi saranno i suoi pozzi, che non furono ricercati.

CXLII. Nè val la ragione, che apportano i due professori, che le polle abbiano ad abbondar più nelle linee inferiori, che nelle superiori; essendo ciò ugualmente contrario alla ragione, ed all' esperienza. Poichè trattandosi di terreni ricolmati colle materie di tanti torrenti, che attraversano la campagna, queste materie hanno ad esser più grosse, e più ghiaiose ne' punti superiori, che negli inferiori, e ciascun sa l' attività delle polle, che scaturiscono per le ghiaie sopra quelle, che si filtrano per le arene, o per le bellette de' fiumi. L' esperienza altro non fa, che autorizzare il raziocinio. Poichè in tante operazioni che mi è convenuto di fare per eseguire i sovrani comandi di S. M. I. io stabilmente ho provato, che le polle ne' migliori terreni ricolmati dall' Arno, sono sempre state infestissime, e quasi insuperabili, laddove in altri terreni anche mezzo palustri, ne' quali le materie dell' Arno, e de' torrenti laterali son pervenute assai sottili, pochissimo è stato il contrasto, e l' efficacia delle polle, quali erano piuttosto spremiture di terreno palustre, che sorgenti forti, e perenni da infestare le operazioni idrometriche.

CXLIII. Ma siccome dall' osteria della Pianta al Santerno sino al mare, la linea superiore in parte coincide, ed in parte costeggia la linea Bertaglia, sicchè le osservazioni de' pozzi possono essere comuni, così per somministrare una qualche idea della certezza, della forza, e perciò dell' ostacolo delle polle, mi sia permesso d' inserir qui un estratto di sì importanti osservazioni, riportando il pelo dell' acqua al pelo della campagna, ed il piano di questa al fondo della linea superiore.

Estratto delle notizie di alcuni pozzi, che ritrovansi presso alla traccia della Linea Bertaglia, ricavato dal primo foglio de' pozzi sottoscritto da Bernardo Gamberini perito per Bologna, e da Gio. Batista Freguglia perito per Ferrara il dì 11. Luglio 1761.

Notisi fin da principio, che la linea Bertaglia dall' osteria della Pianta sul Santerno fino alla via Raspena passa più a tramontana della superiore, e per conseguenza la linea superiore resta più accosta alle valli di Lugo, e di Fusignano.

Nel decimo ottavo pozzo all' osteria della Pianta situata a destra del Santerno, e ad ostro della linea, e da quella

pochi piedi distante si è trovato il pelo d' acqua sotto il piano . . . . piedi 8. 6.

Il fondo del nuovo fiume resta sotto al piano della campagna circa piedi 16.

Onde il pelo resta sopra al fondo del nuovo fiume . . „ 7. 6.

Nel decimonono pozzo sulla linea alla casa di Michele Sgubbi da Bagnara, la cui porta nella parte più alta fu presa per istabile nella livellazione, si è trovato il pelo d' acqua sotto il piano, ec. . . . . „ 8. 6.

Il fondo del nuovo fiume resta sotto al piano della campagna circa piedi 12.

Onde il pelo resta sopra al fondo del nuovo fiume . . „ 3. 6.

Nel vigesimo pozzo sulla linea alla casa di Matteo Torrelli livellare de' signori Montisti Bentivoglio, la cui porta fu presa per istabile nella livellazione, si è trovato il pelo d' acqua sotto il piano, ec. . . . . „ 5. 9.

Il fondo del nuovo fiume resta sotto al piano della campagna circa piedi 11.

Onde il pelo dell' acqua sarà sopra il fondo dell' fiume . „ 5. 8.

Nel vigesimo primo pozzo alla casina del signor Giacomo Manzoni, abitata da Paolo Taroni posta ad ostro della linea, e poco da questa distante in fianco alla Chiesa nuova del Santerno, si è trovato il pelo d' acqua sotto il piano ec. . . . . „ 6. 9.

Il fondo del nuovo fiume resta sotto al piano della campagna circa piedi 10 $\frac{2}{3}$.

Onde il pelo dell' acqua sarà sopra il fondo del fiume . „ 3. 11.

Nel vigesimo secondo alla casa de' signori cugini Manzoni a sinistra dello scolo di Lugo, e a tramontana della linea, e da questa poco distante, nella qual casa si è preso uno stabile, a cui si è riferita la livellazione, si è trovato il pelo d' acqua sotto il piano . . . . . . „ 4. 4.

Il fondo del nuovo fiume resta sotto al piano della campagna circa piedi 11 $\frac{1}{2}$.

Onde il pelo dell' acqua sarà sopra il fondo del fiume. „ 7. 2.

Nel vigesimo terzo pozzo alla canonica della Chiesa nuova sul Santerno alla destra di quel fiume, e a tramontana della linea, la porta maggiore della qual chiesa si prese

per istabile nella traversale, che unisce le valli di Lugo, e di Longastrino, si è trovata la superficie dell' acqua sotto il piano di campagna, ec. . . . . piedi. 9. 8.
Il fondo del fiume resta circa piedi 12. sotto il piano del terreno.
Onde il pelo dell' acqua sarà sopra il fondo del fiume . „ 2. 4.

Nel vigesimo quarto pozzo al casino Corelli a destra del Santerno, e a tramontana della linea si è trovato la superficie dell' acque sotto il piano ec. . . . . . . „ 8. 2.
Il fondo del nuovo fiume resta sotto il piano della campagna circa piedi 13.
Onde il pelo dell' acqua sarà sopra il fondo del fiume . „ 4. 10.

Nel vigesimo quinto pozzo alla casina Corelli poco distante dal suddetto casino, postata essa pure a tramontana della linea, e poco distante dalla medesima si è trovato la superficie dell' acqua sotto il piano, ec. . . . . . . „ 6. 11.
Il fondo del nuovo fiume resta sotto il piano della campagna circa piedi 13.
Onde il pelo dell' acqua sarà sopra il fondo del fiume . „ 6. 1.

Vigesimo sesto pozzo alla casa del sig. Giovanni Giovanardi posta a destra del Santerno a ponente della via Reale, e a tramontana della linea, poche pertiche da questa distante nella casa abitata da Bartolommeo Toschi, si è trovato il pelo d' acqua sotto il piano di campagna . . „ 8. 1.
E facendosi il fondo del fiume sotto il piano della campagna di piedi 13.
Resterà il pelo dell' acqua sopra il fondo del fiume . . „ 4. 11.

Nel vigesimottavo pozzo alla casa Domenicale del Passetto della Reale Abbazia di Porto presso il fienile si è trovato la superficie dell' acqua sotto il piano . . . . . „ 7. 5.
Il fondo del nuovo fiume resta sotto il piano della campagna circa piedi 11.
Onde il pelo dell' acqua sarà sopra il fondo del fiume . . „ 3. 6.

Nel vigesimo nono pozzo posto nel cortile interno della detta casa dell' Abbazia si è trovato il pelo d' acqua sotto il piano di campagna . . . . „ 8. 2.
Il fondo del nuovo fiume resta sotto al piano della campagna circa piedi 11.

Onde il pelo dell' acqua sarà sopra il fondo del fiume piedi. 2. 10.

Nel trigesimo pozzo della possessione del Passetto a ponente della via Raspona, e ad ostro della linea poco distante dal sito, ove si fa l' intersecazione di quella colla linea traversale, che unisce la soglia della porta nella chiesa della Madonna del Bosco col fiume Senio, si è trovato la superficie dell' acqua sotto il piano di campagna ec. . „ 6. 6.
Il fondo del nuovo fiume resta sotto il piano della campagna circa piedi 11.
Onde il pelo dell' acqua sarà sopra il fondo del fiume . „ 4. 6.

Nel trigesimo primo pozzo alla casina Spreti precisamente nella linea, come si vede nel profilo della livellazione, si è trovato il pelo d' acqua sotto il piano ec. . . . . . „ 11. 6.
Il fondo del nuovo fiume resta sotto al piano della campagna circa piedi $11 \frac{1}{2}$.
Onde il pelo dell' acqua coincide col fondo del fiume.
Nel trigesimo secondo pozzo alla stessa casina si è trovato la superficie dell' acqua sotto il piano di campagna . . . „ 8. 5.
Il fondo del nuovo fiume resta sotto al piano della campagna circa piedi $11 \frac{1}{2}$.
Onde il pelo dell' acqua sarà sopra il pelo del fiume . . „ 3. 1.

Nel trigesimo terzo sulla sponda sinistra del Senio ad un casone del sig. Marchese Teofilo Calcagnini, situato ad ostro della linea in non molta distanza dalla medesima, sulla possessione lavorata da Domenico Mantoani si è trovato il pelo d' acqua sotto il piano di campagna . . „ 10. 6.
Il fondo del nuovo fiume resta sotto il piano della campagna circa piedi $13 \frac{1}{4}$.
Onde il pelo dell' acqua sarà sopra il fondo del fiume „ 2. 9.

Nel trigesimo quarto pozzo nel cortile del Fornazzo del sig. Marchese Calcagnini si è trovato il pelo d' acqua sotto il piano della campagna . . . . „ 6. —
Il fondo del nuovo fiume resta sotto al piano della campagna circa piedi $12 \frac{1}{2}$.
Onde il pelo dell' acqua sarà sopra il fondo del fiume „ 6. 6.

Intendessimo poi, per informazione presa, che nelle stagioni più estive, quando corre maggior siccità della presente, il pelo d' acqua si abbassa ancor più dello stato presente, sino ad asciuttarsi affatto

qualche volta alcuno de' sopraddescritti pozzi, cioè quelli, che sono pochissimo cavi, per lo contrario l'acqua s'innalza in altri tempi, e ciò è quando specialmente s'inondano quelle campagne, e respettivamente cadono spesse, e dirotte piogge.

Soggiunge il fattore del Fornazzo suddetto, signor Francesco Niccoli, che per avere le maggiori profondità sopraddescritte ne' pozzi di quei contorni, e così mantenere in quelli un corpo d'acqua sufficente, era d'uopo sforzarli talvolta nel fondo, penetrando così la cuora con trivella gallica, o altro consimile instrumento, e formarli come un più ristretto pozzetto profondo il bisognevole: e che in simili casi è succeduto, come egli ha osservato qualche volta, che rotto in tal maniera il fondo cuoroso, ha gonfiato l'acqua, e spintasi questa con la cuora in alto, fino a sbalzare con impeto anche fuori del pozzo in parte alquanto lontana dal medesimo, poco dopo poi essendo calata l'acqua, e ridottasi al suo naturale livello, il che è quanto ec. Questo dì 11. Luglio 1761.

Bernardo Gamberini perito per Bologna ec.
Gio. Batista Freguglia perito per Ferrara ec.

CXLIV. Dalle quali osservazioni rendesi visibile primieramente, che quando i cavi saran pervenuti a qualche piede di profondità, verremo ad incontrare il pelo delle acque, le cui polle anderanno sempre rinforzando a proporzione delle profondità sempre maggiori, sino a toccare il fondo del fiume. Secondariamente, che essendo palustri le acque di alcuni pozzi, questo è un segno evidente, che sotto vi sono degli strati palustri detti *cuore*, le quali in fatti s'incontrano nell'atto di cavare gli stessi pozzi, come viene attestato.

CXLV. Gli effetti delle polle faranno, o che la spesa de' cavi diverrà esorbitante, o che i cavi stessi renderansi impraticabili, perchè la grande attività delle polle supera le forze dell'arte, e i terreni vengono a franare addosso a' cavatori. La luce dell'esperienza è la sola, che può imprimere una giusta idea delle insuperabili difficoltà, che l'energia delle polle va presentando ad un esercito di cavatori, i quali trovandosi assediati dalle acque, che spillano per tutto, l'obbligano ad abbandonare il lavoro già disperato, e quando la loro costanza, e l'oro abbondante superi un tale ostacolo, sopravvengono le febbri, e le epidemie, che fanno disertar dall'impresa; come siegue in simili contingenze.

CXLVI. È facile a dire, che *non mancano degli artifizi meccanici per evacuare* le acque delle polle, ma il mandare ad effetto simili artifizj riesce spesso impossibile. L'artifizio indicato de' canali di diversione, per tramandare tali acque ne' punti più bassi somministrati

dalle circostanze locali, oltre a riescire di una spesa nuova, e considerabile, qual si esige nella costruzione di lunghi fossoni, a me quasi sempre è riuscito inutile all' intento. Il caso mi è intervenuto più volte, ma una volta in particolare in circostanze favorevolissime al mio intendimento, nel quale lo stesso canale già cavato nel ramo più basso, che scolava in Arno, mi somministrava il fosso di diversione, con una caduta di quasi un braccio in un miglio. E pure era sì lento lo smaltimento del fluido, proveniente dalle polle, che il terreno era bagnato sempre dalle acque, che infestavano i cavatori. Mi convenne adunque piuttosto serrare il canale inferiormente, e trombare l' acqua con Escargò, e con altre trombe operosissime.

CXLVII. Ecco dunque, mi diranno i Professori, un altro artifizio meccanico per venire a capo dell' impresa. Ma essi non mi negheranno, che in tal caso il lavoro raddoppia, e triplica la spesa. Non mi negheranno che la forza delle polle spesso supera l' attività delle trombe. Non mi negheranno, che in tal caso conviene lavorare di notte, e di giorno, cosa affatto impraticabile in luoghi malsani, e pure il lavoro maggiore cade nell' estate, cioè nella stagione di maggiore insalubrità. Io ricorderò ciò, che ho imparato a forza di esperienza, che vi sono innumerabili operazioni, che da lontano, ed in carta paiono agevolissime, e che poi, mettendo mano all' opera, incontrano tali, e tante malagevolezze, che conviene affatto disperare dell' esito. E di operazioni incominciate, e poi abbandonate per gli ostacoli insuperabili ne son piene le storie. Questa è appunto una di tali operazioni, la quale, se vorrà mettersi al cimento del fatto, altro non si farà, che aumentare il volume di simili istorie, come io tengo per fermo.

ARTICOLO III.

Del sorrenamento de' rami inferiori del fiume, supponendoli già cavati secondo le loro dimensioni.

CXLVIII. Un nuovo ostacolo, ed a mio parere affatto insuperabile, oppone alla riuscita della nuova inalveazione il pronto, e dannoso sorrenamento de' tronchi inferiori, i quali accogliendo le acque de' relativi torrenti, hanno a stabilirsi provvisionalmente un fondo relativo all' acque, e materie di questi soli torrenti, cioè hanno a sorrenare lo stesso fondo. Immaginiamoci l' impresa già felicemente incominciata, e che il cavo, e l' arginatura sia stata condotta a fine sino alla diversione del Santerno, che sarà inalveato nel fiume. Adunque nel ramo inferiore dal Santerno sino al Senio, le acque di questo fiume nella prima invernata correranno sole in un alveo sproporzionatissimo alla loro portata. Se dunque il Santerno presentemente

nell' ultimo suo ramo ha una pendenza di once 22. per miglio, e più, divertito in un alveo vastissimo, immaginiamoci se lo riempirà sino a pigliare un declive, che sarà di once 25, e forse 30. per miglio. Ma il declive destinato al fiume dal Santerno a S. Alberto è di once 10. Dunque tutta la differenza dal 10. al 25. sarà la misura del sorrenamento, il quale al punto della diversione viene a calcolarsi di piedi 10, essendovi miglia otto, e 100. pertiche dalla diversione del Santerno sino al Senio, nell' andamento della linea superiore. Ecco dunque ripieno quasi affatto colle torbidezze del Santerno il cavo già fatto a costo di tante migliaia.

CXLIX. Mi si opporrà, che introducendo le acque del Primaro per un canale di comunicazione scavato apposta dallo stesso Primaro fino al punto della diversione del Santerno, verranno a sgombrarsi le deposizioni del Santerno coll' aiuto delle acque del Primaro. Al che risponderò, che una tale operazione, che forse nelle basse linee riescirebbe eseguibile, ed opportuna, nella linea superiore non è praticabile, perchè la pendenza di tal canale avrà la declività verso Primaro, e non già verso il nuovo fiume. Ciò dimostrasi paragonando il fondo del Primaro, col fondo del nuovo fiume. Il primo nella dirittura del punto di diversione del Santerno si eleva sopra l' orizzontale piedi . . . . 2. 0. 0.

Ed il secondo piedi . . . . 6. 4. 0.

Dunque vi è una pendenza dal nuovo fiume al Primaro di piedi 4. 4, che torna a rovescio del bisogno. Poichè, è cosa manifesta, che per far giugnere la piena del Primaro officiosa, ed operosa al nuovo fiume, converrebbe, che il canale di comunicazione avesse nella totalità una pendenza almen di tre piedi. Onde per dar luogo a questo ripiego, bisognerebbe elevare il fondo del Primaro, o sbassare quello del nuovo fiume sette in otto piedi più, che non è nel profilo. Lascio stare la spesa di un canale artificiale di lunghezza circa tre miglia. Lascio stare, che esso incontrerebbe le ultime valli di Filo, e Longastrino. Lascio stare, che le acque di Primaro in una piccolissima parte divertirebbero in un canale laterale, anche quando avesse pendenza. Poichè mancando questa l' effetto di tener purgato l'alveo del nuovo fiume non potrebbe succedere.

CL. Assai maggiore sarebbe l' interrimento, e più disperato l' aiuto dell' acque di Primaro, quando il gran cavo dal Santerno si fosse avanzato al Sillaro, dal Sillaro all' Idice, e così degli altri torrenti. Poichè i torrenti superiori al Santerno sono di minor portata del medesimo, scendono con ripidezza maggiore, e portano ghiaie, e materie più considerabili. Dunque il sorrenamento sarà più pronto, più certo, più irrimediabile. La differenza di livello tra il fondo di

Primaro, e quello del nuovo fiume sarà sempre maggiore. Onde, sarà più disperato il compenso di chiamare in soccorso le acque del Primaro.

CLI. Un'idea bizzarra ci si presenta da' difensori della linea superiore, i quali contro ogni regola dell' arte, e la quotidiana sperienza, ci vogliono dare ad intendere, che non da' paesi più bassi, ma dall' alto potrebbesi dar principio al nuovo fiume. Io son lontanissimo dal sospettare ciò, che alcuni vanno spargendo, che una tale idea sia un bel ritrovato, per ottenere l'intento di divertire il Reno sino al Sillaro, e poi, fingendo la continuazione impossibile, scaricare le acque del Reno, e de' suoi influenti addosso a' migliori terreni del Bolognese, e della Romagna. La qual voce maliziosissima, benchè resti appoggiata ad un fatto notissimo della diversione del Reno dal Po di Ferrara ottenuta provvisionalmente sulla scusa di espurgar l' alveo di questo fiume, e poi continuata per sempre col ricercato dell' impossibilità dell' impresa, contuttociò io la reputo falsissima; sembrandomi quello un pensiero nè cristiano, nè umano, ma piuttosto barbaro, e direi ancor diabolico. Nè è certamente credibile, che persone di tanta equità, onoratezza, e religione, sieno capaci di una simulazione tanto maligna, ed inumana.

CLII. Piuttosto sarei inclinato a credere, che il lor disegno sia di cavare, ed arginare separatamente, e ramo per ramo il nuovo fiume dal Senio al Santerno, dal Santerno al Sillaro, ec. lasciando i tronchi degl' influenti nello stato presente, e discontinuati dall' alveo del fiume; e ciò fino a tanto, che poi compita l'impresa, vengano a tagliarsi, e divertirsi tutti gl' influenti in una volta, per poter correre nell' alveo nuovo coll' unione, e pienezza delle acque loro. Così parrebbe, che potessero i rami interrotti perfezionarsi senza l'incomodo delle acque forestiere, e che queste acque introdotte l'anno medesimo nel nuovo fiume, ne terrebbono espurgato l' alveo già preparato.

CLIII. Se tal veramente fosse il progetto di questi Autori, io mi piglierei l' ardire di rappresentar loro, che essi piuttosto si rimangano dal palesare i loro concetti, i quali non essendo regolati da veruna sperienza di queste materie, per quanto riescano plausibili alle persone inesperte, sono nondimeno disapprovati dalle persone d' intelligenza, e di pratica, le quali risponderanno loro. Che restando ciascun ramo serrato da tutte le parti, cioè lateralmente dalle ripe, e dalle arginature, sopra dal tronco del torrente superiore, e sotto dal tronco dell' inferiore; le acque piovane vi stagneranno, e si eleveranno a grande altezza. Onde non potendosi queste smaltire per nessuna parte, non solamente infesteranno il lavoro non terminato, ma toglieranno ogni strada per tenere asciutti i cavatori. 2. Che

ripigliando dopo una invernata il cavo lasciato incompleto nell' anno antecedente, converrà non solo tagliare le arginature, e le ripe già stabilite per dare esito all' acque invernali, ma arrivato il cavo ad una certa profondità, converrà vuotare a forza di trombe il restante dell' acqua fino al fondo del cavo interrotto. E perchè questo sarebbe impossibile in riguardo a tutto il pezzo cavato, converrà serrare con grosse ture il cavo già fatto, per continuarlo fino all' intestatura coll' altro torrente. Ma discontinuate così le acque, quelle delle polle, che non mancheranno giammai, vorranno essere elevate più piedi per iscaricarle dentro l' alveo cavato. 3. Che nel tempo dell' esecuzione, che si estenderà a molti, e molti anni, gli scoli de' piani compresi tra due influenti resteranno affatto serrati, giacchè così essendo il ramo del fiume, nel quale hanno il loro recapito, le acque de' piani non avranno il minimo corso. Onde, rigonfiandosi sopra gli stessi terreni, che le hanno ricevute dalle pioggie, formeranno tanti laghetti, quanti sono i rami del fiume frapposti, e serrati da' torrenti respettivi. E questi laghetti non avendo il minimo movimento conserveranno putride, e stagnanti le acque dalla prima alla seconda estate, e dalla seconda alla terza, ec. con infinito danno de' popoli circonvicini, che oltre al perdere i migliori terreni, ne resteranno appestati.

CLIV. Qui non vi è altro compenso, che di lasciare nel nuovo fiume tante aperture nelle sue ripe, e nelle sue arginature, quanti sono gli scoli, le fosse, e i piccoli torrentelli, che vengono ad attraversare il suo corso. Per dare a comprendere, se tal nuova interruzione sia fattibile, o no, soggiugnerò una nota degli scoli, e canali principali, a' quali il nuovo fiume deve lasciar aperto il suo alveo, e le sue arginature, e sono i seguenti.

NOTA

degli scoli, e fossi, che si attraversano dalla linea superiore.

Fra il Senio, ed il Santerno al Moro.

1. Scolo della tenuta di Savarna.
2. Scolo de' beni di Fornazzo.
3. Scolo contiguo alla cascina Spreti.
4. Scolo del Passetto.
5. Altro scolo del Passetto.
6. Scolo della tenuta del Passetto.
7. Scolo delle Alfonsine, e territorio Leonino.
8. Altro scolo della tenuta del Passetto.
9. Altro scolo della tenuta del Passetto fra il suddetto, ed il canal della Vela.

10. Canale della Vela.
11. Scolo tra il canal della Vela, ed il taglio Corelli.
12. Scolo delle valli di Lugo, e Fusignano, detto il taglio Corelli.
13. Scolo fra il taglio Corelli, e lo scolo di Lugo.
14. Scolo di Lugo.

Fra il Santerno al Moro, ed il Sillaro.

15. Fossa di Buonacquisto.
16. Canale del mulino di Conselice.
17. Condotto Zagnolo.
18. Torrente Corecchio.
19. Scolo Sacrati.
20. Scolo Sassatelli.
21. Fossa Sassatelli.
22 Altra fossa sulla destra del Sillaro.

Fra il Sillaro, e l' Idice.

23. Fossa sulla sinistra del Sillaro,
24. Fossa della chiesa di Porto nuovo.
25. Fossa del Dosso.
26. Fossa del comune di Medicina.
27. Condotto Menata.
28. Canalazzo Menatello.
29. Canale di Medicina.
30. Fossa Galafia.
31. Garda interrita.
32. Torrente Quaderna.
33. Scolo Centonarola.
34. Torrente Centonara.
35. Canaletto Scolo.
36. Fossa nuova.
37. Scolo presso alla Fossa nuova.
38. Condotto Corla.

Fra l' Idice, e la Savena

39. Corletta scolo.
40. Condotto fiumicello di Diolo.
41. Scolo di Pozzolevato.
42. Canale Zena.
43. Scolo Segni.
44. Condotto fiumicello di Minerbio.

Fra la Savena, ed il Reno.

45. Condotto Lorgana.
46. Scolo tra l' Organa, ed il condotto Stagno.
47. Condotto Stagno.
48. Canale Naviglio.
49. Scolo superiormente al Naviglio.
50. Scolo alla via pubblica superiormente alla Mascarella.
51. Fossa Calcarata.
52. Condotto Riolo.
53. Canaletto scolo.

Fra il Reno, e la Sammoggia.

54. Scolo de' padri Certosini.
55. Fosso de' padri Certosini.
56. Condotto Dosoletto.
57. Condotto Dosolo.
58. Scolo detto il Fossadone.

CLV. Che faremo noi di questo nuovo fiume, non solamente serrato da' tronchi de' principali influenti, ma lacerato nel suo fianco a destra, ed a sinistra da tanti fossoni, e canali, che somministrano

lo scolo alla campagna? Qual cosa gli accaderà in questi anni d' innazione? Gli accaderà, che il suo alveo in gran parte si riempirà colle ghiaie, che più torrentelli vi depositeranno ad acque stagnanti, e colle bellette, che gli stessi scoli de' piani sempre strascinano, e sempre depositano ne' grandi alvei d' acque stagnanti, quali il nuovo fiume presenterà. Accaderà, che l' alveo del fiume diventerà un foltissimo, ed impenetrabil canneto palustre, nè solo canneto, ma ontaneto, o macchia di piante palustri, la quale per la lunghezza di tante miglia presenterà una forte, e ben alta trincea alle acque, che vi si vorranno introdurre.

CLVI. Dunque, quando i cavi di tutti i rami fossero già terminati, converrà incominciare da capo a togliere i vasti rinterri degli scoli, e de' piccoli torrenti; a sbarbare un immenso, e folto canneto, a smacchiare una selva di piante palustri lunga trenta, in quaranta miglia. Alla quale operazione non servono molti anni di tempo, dentro a' quali ritornerà a pulullare il canneto, e la macchia a rimettere indefinitamente. Io non avanzo alcuna cosa, che non abbia veduta sotto i miei occhi. L' anno 1757. mi convenne ripurgar da' canneti, e da'polloni un ramo di un canale detto *vecchia Serezza*, per dare un maggiore esito agli scoli adiacenti. Questo canale è largo in fondo 20. braccia Fiorentine, non riceve altre acque, che le piovane delle adiacenti campagne Butesi, e Bientinesi, e resta così serrato tra gli argini propri, e tra quelli del lago, e del fiume Arno, come appunto succederebbe a' rami del nuovo fiume. L' anno 1760, e 1761. mi convenne ridurre quel canale a tutta la sua profondità a tenore degli ordini comunicatimi. Io lo ritrovai così imboschito, e ripieno dentro il corso di tre o quattr' anni, che non fu piccola la difficoltà per ismacchiarlo, e ridurlo alle misure ordinate. Qui si trattava di un miglio di canale. Non vi era alcun rio, e molto meno torrente, e pure colle forze di centinaia di persone mi riescì malagevole di purgarlo, e profondarlo.

CLVII. Che se dentro sì lungo giro d' anni i torrenti sospesi attraverso del nuovo fiume sofrissero una sola rotta in qualunque punto superiore alla loro intersezione, quale in tanti terreni non potrà certamente evitarsi, lascio considerare, se le loro acque traversate trovando un ricettacolo profondo, e vasto, sieno per lasciarlo esente da immense deposizioni. Lascio pure argomentare alle persone di esperienza, se tali piene spandendosi tra la campagna, ed il fiume, sieno per restarvi innocenti, o pure se abbiano a farsi strada a traverso al nuovo fiume, per le tante aperture lasciate a benefizio degli scoli, le quali verranno dilatate con immense frane degli argini, e delle ripe. Non è possibile nè prevedere, nè racchiudere in pochi fogli le molte vicende, che potrebbe dall' urto di tante acque laterali

soffrire il fiume nuovo. Al solo indagare alcuni casi, che sono i già esposti, io mi sento talmente sgomentare, che mi pare, che non vi sia nè arte, nè forza umana, che sia capace a dirigere, ed eseguire un' operazione sì vasta, e non mai tentata da alcuno. Poichè, o diasi, o no la comunicazione de' torrenti laterali, sempre si entrerà in un tal labirinto da non poterne uscire senza il filo di un vero miracolo. Il nuovo fiume sarà sorrenato da ciascuno degl' influenti, se ad uno per uno vorranno incanalarvisi; e resterà ingombrato delle torbidezze degli scoli, e rietti della campagna, e dalle macchie palustri, se coll' interposizione de' tronchi, voglia interrompersi il suo alveo, e la sua corrente.

ARTICOLO IV.

Se nell' esecuzione del progetto possa salvarsi la navigazione di Bologna.

CLVIII. Assaissime sarebbono le operazioni particolari di ponti, chiaviche, cateratte, ec., le quali occorrerebbono nella generale esecuzione di sì smisurato progetto, le quali tutte tralasciando alla matura considerazione de' periti, mi farò soltanto a rilevare l' articolo gelosissimo della navigazione da Bologna a Ferrara, la quale ora si fa per mezzo di un largo, e profondo canale, detto il Naviglio, che è munito da più, e più sostegni per moderare il corso dell' acqua. Un tal Naviglio resterebbe attraversato dal nuovo fiume, il quale in conseguenza dovendosi tener separato dal primo, perchè se con esso il Reno si confondesse, tornerebbe alle valli del Poggio, e di Malalbergo per un' altra strada, non trovasi nell' arte altro provvedimento, fuorichè due, cioè o di far passare il fiume sotto il Naviglio con una *botte sotterranea*, o di farlo cavalcar sopra un *ponte canale*. E quale di tali due provvedimenti confacciasi alla questione, è cosa, che dipende dalla posizione de' due alvei del Naviglio, e del fiume.

Se la natura divenisse più docile, ed ubbidisse alle linee segnate ne' profili, l' alveo del Reno resterebbe sotto al fondo del Naviglio circa sei piedi. Onde l' operazione conveniente sarebbe quella di fabbricare un bel sotterraneo alle piene del fiume; comandandogli, che esso si compiacesse di discenderci, e di addattarsi alla sua prigione, senza però sforzare il passo per guadagnare l' aria libera, ed aperta.

CLIX. Ma non potendoci noi fidare della docilità della natura, ed avendo molti argomenti per sospettare, che essa piuttosto eleverebbe il nuovo alveo, o portando il principio delle cadenti fino al mare, e ricrescendo le loro dimensioni, o riempiendo l' alveo di grosse materie convogliate da tanti torrenti, comincieremo a dubitare, se piuttosto

si abbia ad elevare il fiume sopra il Naviglio, fabbricando un vastissimo *ponte canale*, per dare il varco alle sue acque, o nelle magrezze, o nelle piene. E siccome il limite della elevazione dell' alveo per arte umana non si sa indovinare, così noi non sapremo a qual linea abbia ad impostarsi questo magnifico ponte, sopra del quale abbia a marciare modestamente il nostro Reno. In tale incertezza di cose, io crederei, che secondo le notissime regole dell' umana prudenza convenisse interrompere la navigazion Bolognese, attraversandola coll' alveo del fiume, ed aspettando, che la natura ne stabilisca l' alveo secondo le sue leggi inviolabili. E quando dopo alcuni anni la linea dell' alveo fosse assicurata, allora potrebbesi con maggior fondamento delineare il fondo del ponte canale, e tutte le sue dimensioni, lasciando intanto dismessa la navigazione di questo stato.

CLX. Ora immaginandoci, che un tal termine sia già arrivato; cominciamo a segnare in carta la pianta, ed i profili di opera tanto straordinaria, anzi non mai eseguita nè dalle antiche monarchie, nè dalla Romana Repubblica. Cominciamo a fare i nostri conti intorno alle sue dimensioni. La larghezza di tal ponte vuol esser tale, qual è la media larghezza dell' alveo del Reno, la quale tornerà di pertiche 20. all' incirca, cioè di piedi 200. Ora una tal larghezza comincia ad atterrirci, essendo piucchè dieci volte maggiore di quella del famoso *ponte S. Angelo*. E pure manca ancora qualche cosa. Poichè dovendosi elevar le due spallette, cioè i due muraglioni, che hanno a reggere, ed incassare la piena, vi vuol di più le due piante per le muraglie.

CLXI. L' altezza delle piene del Reno da me dedotta da' profili, e sezioni della visita è di circa piedi 17. come potrà vedersi nella seconda, e terza Memoria. Aggiugnendovi due in tre piedi di vivo, sarebbe l' altezza de' muraglioni laterali di circa piedi 20. Or si consideri, che tali muraglioni non essendo sostenuti, ed appoggiati, hanno a reggere la piena in aria colla sola loro saldezza, e grossezza, e dimostrandosi, che la pressione de' fluidi è in ragion diretta delle colonne gravitanti sopra i punti respettivi, converrà aumentare le dimensioni in ragion dell' altezza. Sia la ragione quella del 5. al 3. come è stato da me praticato in un sostegno isolato. E verrà la pianta di piedi 12, e le due piante di 24. Onde la larghezza del ponte, compresi i muraglioni, sarà di piedi almeno 224. Dico almeno, perchè due buone riseghe sarebbono necessarie, onde si giugnerebbe a piedi 230, che farebbono 12. in 13. ponti S. Angelo messi insieme l' uno accanto dell' altro.

CLXII. Ohimè, che questa larghezza ancor non serve. Poichè i due muraglioni in cima hanno ad avere una larghezza, la quale non può esser meno di piedi 5, in amendue piedi 10. Questa fa ricrescer

la pianta, e la larghezza del ponte, che sarà di piedi 240, che sono 13. in 14. ponti S. Angelo. Facciasi dunque la larghezza di piedi 240. Si lascino due riseghe di piedi 3. l'una. Si disegni la pianta de' muraglioni di piedi 17, che sarà forse poco, perchè l'acqua del Reno, oltre alla forza morta della gravitazione, ha una forza viva, colla quale può sospingere, e forzar le muraglie. Pure lascisi di piedi 17, i quali vadano scemando in proporzion delle altezze sino a ridursi in cresta a soli cinque piedi.

CLXIII. Non è facile a fissare la lunghezza di ponte sì vasto, primieramente, l'arco di mezzo deve avere una larghezza uguale a quella del Naviglio, la qual faremo di piedi 25. E siccome un tal arco dee reggere sopra di se l'immensa piena del Reno, le due pile vogliono essere di una grossezza considerabile per ben fiancheggiare la pinta dell'arco. Se la pianta de' muraglioni vuol essere di piedi 17, la grossezza delle pile non vuol esser meno di piedi 20. Onde tra la luce libera dell'arco, e le due grossezze delle pile avremo piedi 65.

CLXIV. Le due fiancate voglion essere intestate al terreno almeno per tutta la scarpa del medesimo, come sa ogni perito. Essendo l'altezza del terreno di piedi 18 ½, e togliendone a ½, resta l'intestatura almeno di piedi 15, e le due di piedi 30. Se tali intestature servissero per sostenere, e fiancheggiare l'urto immenso della piena, io non saprei dirlo, non essendovi nè regola, nè esempio di opera somigliante. Ma quando si facessero servire, ne verrebbe la lunghezza della platea di piedi 95, e colle ultime riseghe di piedi 100.

CLXV. L'altezza delle pile non può determinarsi, perchè conviene aspettare, che il fiume abbia stabilita la linea del suo alveo per poterci regolare. Determiniamo almeno la vastità, e profondità del fondamento. Qui trattasi non già di un ponte ordinario, ma bensì di un ponte, che dee reggere la minacciosa escrescenza delle piene, e due muraglioni di peso smisurato. Onde, non avendo noi regola alcuna, nè esperienza, potremo un tal fondamento profondarlo il doppio, e forse il triplo de' fondamenti usati nelle pile de' ponti ordinarj costruiti ne' gran fiumi. Nemmeno abbiamo misure per la grossezza del voltone di mezzo, e de' due voltoni laterali, che converrebbe fabbricare a sostegno del primo. Ma egli è certissimo, che meno di piedi 5. non può disegnarsi.

CLXVI. Queste sono le dimensioni all'incirca di sì inaudita intrapresa. In esse non vi è la minima certezza, ed ogni pelo e screpolo, che seguisse o nelle muraglie, o negli archi, servirebbe per la totale rovina. Ogni arte manca, in operazioni non mai tentate da alcuno. Ma quando tali dimensioni si passassero per sicure, chi è che non vegga la temerità, la profusione, l'ineseguibilità di simigliante lavoro? Quando tutto il progetto della linea superiore non altro

intoppo incontrasse, fuorchè quello di un ponte canale sì smisurato, e rischioso, chi mai sarebbe, che prudentemente volesse cimentarsi all' impresa, considerando, che quanto tutto il rimanente fosse facile, sicuro, ed eseguibile, questa sola potrebbe render vano tutto l' ideato sistema?

RICAPITOLAZIONE, E CONCLUSIONE.

CLXVII. Che sarà ora, se a questa quasi insuperabile difficoltà, tutte le altre vengano ad accumularsi, e se abbia a considerarsi maturamente.

I. Che il danno, e pericolo generale è insussistente, restando esso confinato dal circondario solo delle valli del Poggio, Malalbergo, e Barigella, che sole esigono un pronto riparo.

II. Che le linee superiori sono state condannate tutte insieme nelle molte linee del Corradi dal Guglielmini, dal Manfredi, e da' primi maestri dell' arte, e che la presente linea è stata sopra tutte le altre riprovata dal matematico Consultore di Sua Eminenza il Cardinal Conti.

III. Che le dottrine presenti sono contraddittorie a quelle di Monsignor Corsini, de' due Eminentissimi visitatori Dadda, e Barberini, ed agli atti della visita dell' Eminentissimo Piazza.

IV. Che il principio delle cadenti è stato impostato contrariamente alle massime de' primi Scrittori, e di tutti i visitatori Apostolici.

V. Che la grandezza, e graduazione delle cadenti è smentita dagli atti della presente visita, e dagli esempj di altri fiumi di portata maggiore del Reno.

VI. Che la larghezza dell' alveo destinata al nuovo fiume è contraddetta dalle misure accettate dal Guglielmini, dagli Eminentissimi visitatori del 1693, e dalla visita presente a tenore delle sezioni del Reno.

VII. Che non vi è arte per determinare, nè le portate degl' influenti, nè le altezze delle piene de' fiumi uniti, nè l' elevazione delle arginature, nè la linea delle escrescenze in rapporto a quella dell' alveo, che ci è ignota ancor essa. Onde si va alla cieca, ed all' azzardo.

VIII. Che le ghiaie, che si voglion negare, restano attestate autenticamente da' periti delle due provincie, restano dimostrate dalle pendenze degli alvei de' torrenti laterali, e dalle altre circostanze locali.

IX. Che le chiuse ideate per sostenerle, sono opere dispendiose, azzardose, e non valevoli all' effetto ideato, come per le sperienze si fa vedere.

X. Che la chiusa rovinosa del Cavo Benedettino, e le sue conseguenze verrebbono a rinnovarsi tante volte, quanti sono i torrenti da inalvearsi, e con danni più grandi, e più irreparabili.

XI. Che la qualità de' terreni ghiaiosi resiste più all' operazione de' cavi, che non farebbero i terreni mezzo palustri, e che de' terreni affatto marci, e palustri se ne incontrano, per l' attestato de' periti, anche nella linea superiore.

XII. Che assaissimi sono gli articoli passati sotto silenzio nell' esame della linea superiore, il quale è affatto incompleto.

XIII. Che conviene esaminare le osservazioni de' pozzi, per rilevare, che la difficoltà delle polle non solo è reale, ma è di difficilissimo rimedio.

XIV. Che il compenso de' canali di diversione è dispendioso, ed inutile, come provasi coll' esperienza; e che l' artifizio delle trombe in molti casi è impraticabile.

XV. Che conveniva rispondere alle ragioni addotte contro le linee superiori negli atti delle due visite del 1693, e del 1726, le quali militano forse più contro la linea presente, che contro le linee detestate già del Corradi.

XVI. Che conveniva calcolare l' importare di operazione sì vasta, la quale secondo i profili, e le combinazioni più accertate, dee oltrepassare i tre milioni, e mezzo di scudi Romani, i quali certamente superano le forze delle esauste provincie.

XVII. Che la profusione del danaro è molto maggiore nella linea presente, che non era nelle linee del Corradi, le quali nondimeno sono state dannate anche pel titolo dell' esorbitante dispendio.

XVIII. Che conveniva discendere all' esame dell' esecuzione, per determinare, se una operazione generale non mai tentata da alcuno fosse eseguibile, e come; giacchè da più metodi ventilati apparisce la superiorità di tale impresa a tutte le regole dell' arte, ed all' umano intendimento.

XIX. Che da tutti i riscontri, e le apparenze del presente progetto può fondatamente temersene lo sconvolgimento, e rovina delle tre provincie, piuttosto, che gli apparenti benefizj, che se ne promettono.

XX. Che finalmente, pesato il tutto, e sbattendo i vantaggi co' danni, la presente linea superiore è peggiore delle tre ultime del Corradi, e delle tre basse linee costeggianti il Primaro; potendosi assicurare, che essa è più dispendiosa, più rovinosa, e meno eseguibile di tutte le altre, a ragione delle grandi profondità, ed

irregolarità del primo, e più alto suo ramo, e di altre circostanze già rilevate.

CLXVIII. Dunque o niuna linea sarà accettabile; o volendone alcuna contro ogni regola d' umana prudenza, converrà riassumere la considerazione delle sei linee accennate, le quali per altro sono state riprovate dall' unanime consentimento de' visitatori, e de' più chiari maestri dell' idrometria.

La più giusta, e legittima illazione sarebbe, che essendo racchiuso il male dentro il circondario delle valli Bolognesi, e sapendosi con evidenza la sede, e l' origine del medesimo, ad esso si applicasse direttamente quel rimedio, che più soddisfacesse alle due legazioni di Bologna, e di Ferrara, nel cui territorio il male è riposto. Il riparo alle nuove, e crescenti inondazioni consiste nella riduzione dell' Idice, e del cavo Benedettino, alla quale potendosi procedere per più maniere da me distintamente divisate, starà nelle mani de' signori Bolognesi, e Ferraresi la scelta di alcune di esse, o di altre ancora, che a' loro periti più soddisfacessero.

La Romagna, la qual sa i suoi mali presenti, che sono antichissimi, e non sa i tanti maggiori, che potrebbon seguire da' progetti vasti, ed azzardosi, niente ha mai nè domandato, nè cercato dall' Eminentissimo visitatore, rappresentando, che essa resta affatto separata da questo danno, e pericolo, nel qual vorrebbe involgersi a viva forza, contro ogni disposizione di fatto, e di ragione.

Che se le molte ragioni, e sperienze sparse in questa mia, qualunque risposta non sembrassero ad alcuno valevoli per dedurre una tale illazione, io supplico divotissimamente l' Eminentissimo visitatore, che voglia degnarsi di deputare, o far deputare all' esame delle medesime due, o tre commissarj, i quali all' imparzialità, ed alla dottrina congiungano la più sana, e lunga sperienza delle operazioni idrometriche, e della faccia locale; assicurando, che quando i commissarj deputati manchino di una sola di quelle tre indispensabili qualità, essi altro non faranno, che aumentarne l' immenso volume de' dubbj, e degli equivoci, che le parti interessate vanno accortamente framezzando in questo scabroso problema.

Io sostengo la causa della Romagna non come un avvocato, ma come un professore indifferentissimo. Ma quando cadesse sospetto della mia parzialità, è troppo giusta la grazia, che io chieggo, che i Giudici siano più imparziali, e più pratici di me nelle operazioni idrometriche.

Non è meno ragionevole una seconda domanda, che intendo di avanzare, cioè, che siccome io mi sono sforzato di provare gli articoli proposti o coll' autorità de' professori, o cogli atti delle visite, o colle più chiare ragioni, lasciando da parte l' artifizio dello

proposizioni generali, e vaghe, che impongono spesso alla moltitudine, così mi sia risposto, opponendo autorità ad autorità, misure a misure, e ragioni a ragioni. Un metodo differente da questo sarà valevole ad accrescere la confusione, e non già ad ischiarire gli articoli controversi nella presente materia.

A dì 7. Settembre 1764.

Leonardo Ximenes.

OPUSCOLO IDRAULICO

INTORNO AGLI EFFETTI, CHE FANNO NELLE PIENE DI UN FIUME I NUOVI OSTACOLI COLLOCATI A TRAVERSO AL SUO FONDO, IN CUI SI ESAMINA IL PROBLEMA DEL SIG. ZENDRINI

DEL SIGNOR ABATE

LEONARDO XIMENES.

1. Non vi è forse nell'Architettura Idraulica alcun problema, che sia più necessario per la pratica quanto lo è quello di saper presagire e calcolare con qualche precisione, quali siano gli effetti, o alterazioni che accadono in una piena di un dato fiume, collocando nel suo fondo de' nuovi ostacoli, o questi siano per sollevare le acque, mettendole a portata di qualche nuovo edifizio, o siano per formare de' Ponti per il passo del dato fiume, o per qualunque altro comodo del commercio, e della vita umana. Niun problema nel tempo stesso è così incerto ed oscuro come lo è il presente, giacchè le soluzioni che di esso abbiamo, si allontanano talmente dalla verità, che non può farsene uso veruno nell'Arte Idraulica, e ciò per la validissima ragione, che i risultati di tali problemi, sono totalmente opposti alle più chiare sperienze, le quali c' insegnano, che passando le acque delle piene sopra la cresta degli ostacoli collocati a traverso dell'alveo, pigliano tal velocità, che per esse diminuiscono moltissimo le altezze delle piene. L' esperienze più decisive son quelle, nelle quali l' ostacolo si alza notabilmente sopra del fondo come sono quelle chiuse molto elevate, le quali fanno precipitare le acque con una violenza indicibile. In esse l' altezza della piena diminuisce di tanto, che ordinariamente non giunge alla metà di quella che compete a' tronchi dello stesso fiume in altri punti, o superiori o inferiori all' ostacolo, dove non possa mai giungere l' azione del medesimo.

In molti casi, di cui in appresso ragionerò, la stessa piena s' innalza non più che una terza parte della piena libera dall' operazione dell' ostacolo. Ciò generalmente succede, quando le chiuse, o Steccaie restano tanto elevate, che non ricevono alcuna resistenza dalla piena inferiore, la quale si abbassa talmente, che lascia liberamente precipitare la piena dall' alto labbro dell' ostacolo.

Se adunque le teorie, che corrono discordano da tali rilevanti

sperienze, non potrà l'Architetto presagire, quali siano i veri effetti di un dato ostacolo, relativamente alla linea superiore del fiume, e per ciò tutte le ricerche, che ordinariamente si fanno per disegnare tal linea sono dubbiosissime, essendo dubbiosa l'altezza della piena sopra gli ostacoli, e non meno dubbiosa la natura di quella linea che segue il fiume da quel punto all' insù.

Per lo scioglimento del primo problema una teoria è stata da me somministrata nella mia memoria Idrometrica, che porta la divisa

Faelix qui potuit fluviorum noscere motus

che fu pubblicata negli Atti dell' Accademia di Siena dell' anno 1781. Tal problema suppone la scala delle attuali velocità, che sono scemate per le resistenze. Ma queste mancando della libera caduta da un' alta pescaia, da tal legge ne nasce la soluzione accennata, la quale è molto conforme alle sperienze, che sono state da me citate in quell' Opuscolo. Altre soluzioni dello stesso Problema ho voluto qui tentare sul concetto, che cadendo le acque dal labbro dell' ostacolo collocato sul fondo devono i loro strati muoversi con due generi di velocità. La prima delle quali è variabile secondo le diverse leggi delle velocità, e la seconda è uniforme, per essere uniformemente impressa a tutte le particelle del fluido, in qualunque strato esse si trovino, giacchè tutti gli strati sono obbligati a cadere dalla stessa altezza dell' ostacolo.

Pertanto mi convien prima descrivere la soluzione degli altri Autori di questo stesso problema per far vedere, che essi troppo si allontanano dall' esperienza. Indi risolverò il problema in due differenti casi ne' quali esso dividesi. Nel primo caso si suppone, che l'ostacolo sia collocato andantemente per tutto l'alveo del fiume senza interrompimento veruno, e nel secondo, che esso sia interrotto per una data larghezza dell' alveo, nella quale le acque scorrano liberamente sulla stessa linea del fondo tanto superiore che inferiore.

Prima di entrare nel campo della presente ricerca, non sarà, come lo spero, sgradevole a' veri amatori degli studj Idraulici, che io vada esponendo con qual serie di sperienze e di pensieri io son pervenuto a quest' ultimo.

Il mio scopo è stato sempre di non inoltrarmi mai nella Teoria senza consultare la natura col metodo sperimentale. Con tal massima mi si presentò, sono già anni 15. l'opportunità d' esaminare, se sul Torrente Roglio delle colline Pisane potesse stabilirsi un nuovo edifizio ad una certa distanza da un altro più antico edifizio. Il primo mio pensiero fu di aspettare una delle maggiori piene sul Roglio, misurandone l'altezza tanto sull' alveo libero da qualunque ostacolo, quanto sulla cresta di una chiusa ben alta, che dalla piena inferiore non poteva sentire alcun minimo rincollo. Essendo la prima piena

di circa braccia 6, la seconda elevavasi sulla chiusa qualche cosa di più che braccia 2. Era difficile stimare la frazione per i segnali lasciati dalla piena, che non erano affatto concordi. Ma il certo è, che il dubbio era di circa $\frac{1}{6}$ di braccio. La comun teoria portava, che la piena si elevasse più di braccia 3, e quasi braccia 4. Onde il divario tra 'l fatto, e la teoria era palpabile.

Negl' anni susseguenti continuai le mie esperienze prima sull'Arno alla pescaia di Rovezzano, poi sullo stesso fiume alla pescaia detta del Callone. Altre ne replicai sul Serchio alla chiusa detta di Ripafratta. Altre sulla chiusa straordinaria posta sulla fine del canal maestro nella Chiana, dove la piena sulla cresta di sì alto ostacolo non arrivava neppure alla terza parte dell' altezza da me osservata superiormente alla distanza di miglia 4. In tutte queste sperienze, sempre le altezze calcolate delle piene sopra l' ostacolo era notabilmente maggiore delle osservate.

Non posso sì agevolmente esprimere in quante maniere io abbia procurato di conciliare la teoria colla sperienza. Incominciai ad aggiungere una velocità costante, come si può vedere nel citato mio opuscolo ma inutilmente. Indi introducendo gli effetti delle resistenze mi era riuscito nella citata memoria di trovare un mezzo da combinare la teoria e la sperienza. Ma finalmente ripigliando la stessa materia, e tentando tutte le strade per riuscirvi, mi pare, che due di esse mi abbiano procurato l' intento. Una consiste nell' ipotesi delle velocità nella ragione triplicata suddulplicata delle altezze, e l' altra nell' ipotesi parabolica delle stesse velocità, ma co' parametri variabili.

La prima ipotesi è falsa, ma pure molto i suoi risultati si accostano alla verità.

La seconda è fondata sopra la comune ipotesi della velocità in ragione suddulplicata delle altezze, ed è poi ridotta a' parametri variabili, che si accordano colle sperienze, e colla ragione. Ancor questa è dentro i limiti delle mie sperienze.

Forse nè la prima, nè la seconda ipotesi sarà la vera, ma potremo prevalerci ne dell' una, nè dell' altra, o più della seconda, che della prima, finchè le più numerose e precise esperienze unite ad un nuovo studio della teoria, ci possano fissare de' risultati più esatti.

Intanto però una piena di altezza piedi 16 fuor dell' ostacolo, che secondo l' esperienze non può elevarsi più di piedi 6 sopra la chiusa di piedi 16, secondo la formola dello Zendrini si alzerebbe piedi 12, secondo la prima mia teoria si eleverebbe piedi 9, quando nel mio ultimo Problema essa si alza piedi 5. 77 centesime, concordandosi assai bene col fatto della natura.

Si son dunque corretti prima piedi 6, e poi piedi 3, che non è piccola cosa rispetto alla pratica, e se altre riduzioni poi occorreranno,

queste non possono consistere, che in qualche pollice di più, o di meno.

Tale è la traccia delle mie ricerche, che è partita dalle replicate sperienze, da esse è ritornata alla teoria, e da questa più di una volta ha fatto regresso ad altri sperimenti, co' quali ora sensibilmente si accorda, come potranno meglio di me rilevare gl' *Idraulici sperimentatori*.

Il criterio, col quale vanno ripetute le mie sperienze consiste in due avvertimenti. Il primo sarà che incurvandosi le acque sopra la verticale dell' ostacolo, convien ritirarsi alquanto indietro, dove la superficie si spiana. Il secondo, che per il fiume esente dagli ostacoli si scelga la sezione di larghezza uguale, e di fondo ragguagliato, cioè esente dalla cavità, e dalle prominenze.

Soluzione, che ci dà del presente problema il signor Bernardino Zendrini.

2. Il sopraddetto Autore nel Capitolo VII. del suo libro intitolato: *Leggi e fenomeni dell' acque correnti* alla pag. 170. scioglie generalmente il problema su qualunque ostacolo collocato nell' alveo del fiume in qualunque modo esso siasi, cioè o sul fondo, o sulle sponde del fiume, o a traverso a tutto il fiume, o ad una sola sua parte. Perciò egli ne somministra la sua formula generale, come segue, (*tav.* 2. *fig.* 5.)

Dicasi l' altezza dell' ostacolo $= d$, sarà come segue.

Larghezze	*Altezze*	*Velocità corrispondenti.*	*Quantità d' acqua*
AC $= h$	IK $= g$	r	hgr
AD $= a$	IN $= z$	u	auz
CB $= c$	IN $= z$	u	cuz
BD $= b$	IM $= e$	n	ben
BD $= b$	LN $= z - d - e$	t	$(z - d - e)bt$

Dunque l' equazione generale sarà $hgr = auz + ben + cuz + zbt - dbt - ebt$, e perciò $z = \frac{hgr - ben + dbt + ebt}{au + cu + cbt}$.

Applicando a tal formula generale il caso presente di un ostacolo disteso per tutto l' alveo del fiume, e supponendo la velocità nella ragion sudduplicata delle altezze, che è l' ipotesi del Mariotte, del Guglielmini, e di altri insigni Scrittori, ne nasce la formola $(z - d)\sqrt{z} = g\sqrt{g}$.

La quale disponendola, come conviene, ci presenterà un' equazione

di terzo grado, nella quale otterremo il cercato valore della z secondo il solito.

Prima applicazione numerica.

3. Sia l'altezza g della piena del fiume fuori dell'ostacolo di piedi parigini 16.
Sia l'altezza dell'ostacolo di piedi 5.
Troveremo l'altezza della piena dal fondo del fiume di piedi $19\frac{1}{2}$ assai prossimamente. E detraendone l'altezza dell'ostacolo supposta di piedi 5, sarebbe la piena sopra l'ostacolo di piedi $14\frac{1}{2}$.
Sarebbe pure il nuovo alzamento del fiume per il detto ostacolo di piedi $3\frac{1}{2}$, cioè molto più che non è la metà dell'altezza dello stesso ostacolo. Il che è contrario all'esperienza.

Seconda applicazione numerica.

4. Suppongasi nel secondo caso l'altezza della chiusa di piedi 16. cioè uguale all'altezza della piena. Estraendo la radice cubica dall'equazione, essa ci dà il valore della z assai prossimo a piedi 28, da cui detraendone l'altezza di piedi 16, resteranno piedi 12 della piena sopra il labbro della chiusa, e tal piena certamente è eccessiva riportandola alle citate sperienze.
La teoria di altri Scrittori combina colle formole dedotte dallo Zendrini, e perciò potrò assicurare, che le comuni teorie adoperate finora mal si confrontano coll'esperienza alla quale noi dobbiamo uniformarci, se ci piacerà di ben disegnare in carta le alterazioni, che un dato ostacolo cagiona in un fiume nelle sue piene.

Metodo di calcolare gli effetti della piena colla velocità degli strati del fluido per l'altezza dell'ostacolo.

5. A ben considerare i metodi degl'Autori fin'ora maneggiati, il loro vizio non in altro consiste, che nell'aver trascurata la velocità della superficie del fluido, la quale essi hanno supposta ugnale al nulla nella sezione del fiume fuori dell'ostacolo, e lo stesso hanno praticato sopra l'ostacolo, contentandosi di dare all'ascissa parabolica la profondità dal pelo della piena sino al fondo dell'ostacolo. A correggere tal diffetto sia ABC (*tav. 2. fig.* 6.) l'andamento, che piglia la superficie del fiume per l'azione dell'ostacolo DE collocato andantemente sul suo fondo, ed in esso si consideri prima una sezione del fiume in piena, che tanto sia inferiore all'ostacolo, che non ne risenta il minimo effetto, come sarebbe nella sua sezione CF. In essa adunque il punto C della sua superficie avrà una certa

velocità, e che in tempo di piena riesce assai considerabile. Sicchè nell' ipotesi parabolica sia rappresentata tal velocità dalla semiordinata Cc, e la linea, o ascissa CP sino al vertice della parabola Pcf sia precisamente quella, da cui cadendo un grave possa acquistare la data velocità Cc.

Per facilità maggiore de' computi facciasi la CP di un piè Parigino. Essendo di piedi 60 il parametro della parabola per le cadute libere, sarà la sua radice di piedi 7. 74. centesime, e tal sarebbe in questa ipotesi la velocità Cc, che non è niente lontana dalla velocità superficiale delle piene del nostro fiume Arno in alcune sue sezioni.

Adunque la quantità del moto del fiume nella sezione già detta non dovrà esprimersi colla superficie parabolica PfF, ma bensì col segmento $CcfF$. Sia data l'altezza FC della piena per esempio di piedi 16, sarà la FP di piedi 17. E così calcolando l'ultima semiordinata Ff, essa tornerà di piedi 32 assai prossimamente. Tutta la semiparabola PFf sarà il prodotto di $\frac{2}{3}\, 32 \times 17$, cioè piedi 11. 363. 00

Dovremo detrarre la semiperiferia $CPc =$ piedi 5. 20

Onde il segmento $CFfc$, che ci rappresenta la quantità del moto della piena fuor dell' ostacolo sarà $= p$ di piedi quadrati 357. 80

Se si adoperi il metodo consueto, supponendo come nulla la velocità della superficie, la quantità del moto ci verrebbe espressa da piedi 330. 66

e la differenza di questa ipotesi dalla vera sarebbe di piedi circa 27. 14

che non è da trascurarsi rispetto alle 330, che è la parte 17. in circa.

Se l'altezza della piena dicasi $= a$, ed il parametro $= p$, e sempre la CP facciasi $= 1$, avremo l'altezza della parabola $= a + 1$. La velocità $Ff = \sqrt{(pa + p1)}$, ed il segmento $CFfc = \frac{2}{3}(a+1)\sqrt{(pa+p)} - \frac{2}{3}\sqrt{p}$.

Sia la piena BD sopra l'ostacolo, dal quale essa ha concepita la maggior velocità per tutta la caduta BE. Si dee supporre, che tal piena avesse prima dell' ostacolo, e sopra l' azione del medesimo la stessa velocità superficiale. Inoltre sopra il punto B si alzi la verticale BG uguale all' altezza DE nell' ostacolo, e sopra tale altezza si collochi la GV uguale alla CP. Indi col vertice parabolico V descrivasi la parabola delle velocità libere ugd. Resta chiaro da quanto è stato fin qui detto, che il segmento parabolico $GbdB$ sia quello, che ci esprimerà la quantità del moto del fluido sopra il labbro dell' ostacolo. Ma è legge costante de' fiumi, che si trovano in uno stato permanente, che la quantità del moto è sempre uguale in qualunque loro sezione. Onde il segmento parabolico $BDdb$ sarà uguale al segmento $CFfc$. E da tale ugualità nascerà l'equazione per ritrovare la BD incognita.

7. Sia adunque l'altezza dell' ostacolo DE $=$ BG $= b$.
Sia GV, come dianzi $= 1$. Dicasi VD $= y$.
Sarà la semip. VD$d = \frac{2}{3} y \sqrt{(py)}$.
Sarà la semip. VB$b = \frac{2}{3}(b+1)\sqrt{(pb+p)}$. Onde avremo l'equazione $\frac{2}{3}y\sqrt{(py)} - \frac{2}{3}(b+1)\sqrt{(pb+b)} = \frac{2}{3}(a+1)\sqrt{(pa+p)}\,\frac{2}{3}\sqrt{p}$.
Onde essendo costante in tutti i membri il valore di p, e la frazione $\frac{2}{3}$, l'equazione sarà $y\sqrt{y} - (b+1)\sqrt{(b+1)} = (a+1)\sqrt{(a+1)} - \sqrt{1}$.
Onde $y^3 = [a+1\sqrt{(a+1)} + b+1\sqrt{(b+1)} - 1]^2$. E finalmente sarà $y = [a+1\sqrt{(a+1)} + (b+1)\sqrt{(b+1)} - 1]^{\frac{2}{3}}$. E da tal valore sottraendo la BV $= b+1$ resterà l'altezza BD della piena, che si cercava.

ESEMPIO.

8. Sia il caso della libera caduta della piena per l'altezza di piedi 16 dell' ostacolo uguale alla piena.
Sarà dunque tanto $(a+1)\sqrt{(a+1)}$, quanto $(b+1)\sqrt{(b+1)} = 17\sqrt{17}$. Onde ambedue saranno $= 34\sqrt{17}$. Essendo questa di piedi 4. 12 centesime. Onde $34\sqrt{17}$ sarà prossimamente 140, e colla detrazione dell' unità sarà $= 139$.
Il cui logaritmo $=$ 2. 1430
Il suo doppio . . $=$ 4. 2860

Il subtuplo . . . $=$ 1. 4286 a cui corrispondono piedi 26. 80
E detraendone $b+1 = 17$ 17. 00

Resterà il valore della y uguale piedi 9. 80
che certamente è minore del risultato dello Zendrini, ma ancora siamo lontani dalle sperienze.

Applicazione dello stesso metodo alla scala del Castelli.

9. La legge colla quale il padre abate Castelli fa muovere gli strati del fluido, si è quella della scala triangolare. Onde lasciando le altre parti della costruzione, e mutando solo la curva parabolica nella figura triangolare, la formola sarà

$$y^2 = (b+1)^2 + (a+1)^2 - 1. \text{ Onde sarà}$$
$$y = \sqrt{(b+1)^2 + a+1)^2 - 1}.$$

ESEMPIO.

10. Lasciando gli stessi numeri del primo esempio, la formula numerica sarà $y = \sqrt{(17)^2 + (17)^2 - 1} = \sqrt{2(17)^2 - 1}$.

Onde estratta la radice sarà di piedi . . . . . 24. 02 cent.
E detraendone, come dianzi la BV di 17. 00

Resterà l' escrescenza della piena DB di piedi . . . 7. 02
la quale corrisponde meglio all' esperienza, e solo pare, che sia eccessiva di circa un piede negli ostacoli di grande altezza. Veggasi la Tavola I. da me computata dall' altezza di piedi 1 sino a 16.

11.

TAVOLA. I.

Delle escrescenze di un fiume in piena dell' altezza di piedi 16, nell' ipotesi, che le velocità degli strati siano come l' altezze secondo il sentimento del Castelli.

Altezze degli ostacoli	*Valore della y*	*Altezza della piena sopra l' ostacolo*	*Altezza della piena sopra l' alveo primitivo del fiume.*	*Escrescenza della piena sopra la piena primitiva*
piedi cent.	*piedi cent.*	*piedi cent.*	*piedi cent.*	*piedi cent.*
1 . 00	17 . 08	15 . 08	16 . 08	00 . 08
2 . 00	17 . 23	14 . 23	16 . 23	00 . 23
3 . 00	17 . 44	13 . 44	16 . 44	00 . 44
4 . 00	17 . 70	12 . 70	16 . 70	00 . 70
5 . 00	17 . 91	11 . 91	16 . 91	00 . 91
6 . 00	18 . 36	11 . 36	17 . 36	1 . 36
7 . 00	18 . 76	10 . 76	18 . 76	1 . 76
8 . 00	19 . 21	10 . 21	18 . 21	2 . 21
9 . 00	19 . 70	9 . 70	18 . 70	2 . 70
10 . 00	20 . 22	9 . 22	19 . 22	3 . 22
11 . 00	20 . 78	8 . 78	19 . 78	3 . 78
12 . 00	21 . 38	8 . 38	20 . 38	4 . 38
13 . 00	21 . 91	7 . 91	20 . 91	4 . 91
14 . 00	22 . 65	7 . 65	21 . 65	5 . 65
15 . 00	23 . 32	7 . 32	22 . 32	6 . 32
16 . 00	24 . 02	7 . 02	23 . 02	7 . 02

Applicazione dello stesso metodo alla legge delle velocità, il cui esponente sia di $\frac{3}{2}$.

12. Osservando, che coll' ingrandire l' esponente della legge delle velocità meglio ci accostiamo al vero operare della natura, non è mal fatto il tentare, se mai l' esponente di $\frac{3}{2}$ ci mettesse d' accordo colle osservazioni, che portano, che nelle cadute libere l' altezza delle piene batte tra 30, e 40. della piena fuor dell' ostacolo, rappresentandone l' altezza col numero 100. Un tal esponente ci porta ad una delle parabole esterne, nella quale sia la semiordinata, come $y^{\frac{3}{2}}$ dell' ascissa. Onde applicando la formola a questa ipotesi, avremo

$$y(y)^{\frac{3}{2}}=(a+1)(a+1)^{\frac{3}{2}}+(b+1)(b+1)^{\frac{3}{2}}-1.$$

Onde quadrando l' equazione, e poi estraendone la quinta radice, avremo il valore di y, e sarà

$$y=\left((a+1)(a+1)^{\frac{3}{2}}+(b+1)(b+1)^{\frac{3}{2}}-1\right)^{\frac{2}{5}}.$$

ESEMPIO I.

13. Sia la stessa caduta b di piedi 16, e gli stessi numeri, come dianzi. Facendo le operazioni opportune per l' equazione, si troverà la y di piedi 22. 42
E detraendo al solito piedi 17. 00
Resta l' altezza della piena sopra il labbro dell' ostacolo di piedi 5. 42
che è un poco più del terzo della piena fuor dell' ostacolo che è stata supposta di piedi 16. la cui terza parte sarà di 5. 33. e la differenza è di sole parti 9. centesime, che sono dentro i limiti di alcune sperienze da me fatte, e che sempre possono replicarsi, purchè si abbiano le debite attenzioni. Questa mi sembra l' ipotesi che più di tutte le altre regga al confronto degli esperimenti, che son quelli che debbono darci la regola nelle operazioni Idrauliche. E benchè non si vegga alcuna ragione per l' ipotesi della parabola esterna VmM, le cui semiordinate Bm, DM siano come le radici quadrate de' loro cubi, pure a me serve di poter rappresentare i moti delle acque correnti coerentemente a' loro fenomeni. E che questa sia la vera legge della natura, o che un' altra legge più astrusa si accosti alla legge presente, a me nulla importerà, purchè una falsa ipotesi mi esprima bene i veri fenomeni della natura con qualche prossimità. Se adunque la presente ipotesi spiega con felicità il primo, e principal fenomeno delle libere cadute per le chiuse, molto più sarà

bastante a spiegare gli effetti de' minori ostacoli, i quali effetti essendo appunto minori, più insensibili saranno le loro differenze dalle vere dimensioni della natura.

ESEMPIO II.

14. Sia l'altezza dell'ostacolo di piedi 6, e gli altri numeri come dianzi, sarà la formola numerica

$$y = \left(17\,(17)^{\frac{3}{2}} + 7\,(7)^{\frac{3}{2}} - 1\right)^{\frac{2}{5}}.$$

E sarà tal valore di piedi 17. 71 centesime, da cui detraendo al solito la VB, che nel presente esempio è di . . . . 7. 00.

Resteranno piedi . . . . 10. 71.
sopra la cresta dell'ostacolo, e siccome questo è alto piedi 6. 00.
Il pelo dell' acqua rispetto al fondo naturale del fiume sarà di piedi . . . . 16. 71.
Onde per l'azione dell'ostacolo alto piedi 6, la piena è cresciuta solo 71 centesime di piede, che fanno pollici 8. 52. centesime di pollice, che fanno pollici 8 linee 6 assai prossimamente. Or se co' metodi comuni voglia calcolarsi un tal effetto; esso supera la misura di un piede, ed in qualche metodo si accosta a piedi 2.

AVVERTENZA.

15. Avvertasi, che il termine $(a+1)\,(a+1)^{\frac{3}{2}}$ è sempre costante, e solo varia il secondo termine $(b+1)\,(b+1)^{\frac{3}{2}}$.
Il primo termine è uguale al numero costante . . . 1190. 17. cent.
Il secondo termine nell' esempio è di . . . . 129. 64.

Onde la loro somma sarà di parti . . . . 1319. 81.
Da cui detraendo l' 1. restano parti . . . . 1318. 81.

Il suo Logaritmo è di 3. 1202.
Il suo doppio . . . . 6. 2404.

E la quinta parte . . 1. 2481., alla quale competono piedi 17. 71. cent., come è stato detto.
Onde per gli altri casi, valendoci de' logaritmi si pigli il triplo del logaritmo della somma dell' altezza dell' ostacolo, e dell' unità. Di tal triplo si pigli la metà, e le si aggiunga il logaritmo di $b+1$. Alla somma di tali logaritmi corrisponde il numero del $(b+1)\,(b+1)^{\frac{3}{2}}$.

Si sommi il primo termine col secondo, e detraendone l' 1. si pigli la radice quinta del quadrato, che ci presenterà il valore della y. Così è stata formata la seguente tavola per tutti gli ostacoli collocati al fondo del fiume dal primo piede sino al piede 16°, in cui la piena cade liberamente. Si suppone, che l' altezza della piena fuori dell' ostacolo sia di piedi 16, e che l' ostacolo attraversi tutto l' alveo del fiume colla medesima altezza.

16.

TAVOLA II.

Della esorescenza di un fiume in piena dell'altezza di piedi 16 nell' ipotesi, che la legge delle velocità sia espressa dall' esponente $\frac{3}{2}$ delle ascisse per l' azione degl' ostacoli collocati a traverso dell' alveo.

Altezze degli ostacoli	*Valore della y*	*Altezza della piena sopra il labbro dell' ostacolo*	*Altezza della piena sopra l' alveo primitivo*	*Escrescenza della piena*
piedi cent.	*piedi cent.*	*piedi cent.*	*piedi cent.*	*piedi cent.*
1 . 00	17 . 02	15 . 02	16 . 02	00 . 02
2 . 00	17 . 08	14 . 08	16 . 08	00 . 08
3 . 00	17 . 17	13 . 17	16 . 17	00 . 17
4 . 00	17 . 30	12 . 30	16 . 30	00 . 30
5 . 00	17 . 48	11 . 48	16 . 48	00 . 48
6 . 00	17 . 71	10 . 71	16 . 71	00 . 71
7 . 00	17 . 98	9 . 98	16 . 98	00 . 98
8 . 00	18 . 30	9 . 30	17 . 30	1 . 30
9 . 00	18 . 67	8 . 67	17 . 67	1 . 67
10 . 00	19 . 08	8 . 08	18 . 08	2 . 08
11 . 00	19 . 55	7 . 55	18 . 55	2 . 55
12 . 00	20 . 03	7 . 03	19 . 03	3 . 03
13 . 00	20 . 56	6 . 56	19 . 56	3 . 56
14 . 00	21 . 16	6 . 16	20 . 16	4 . 16
15 . 00	21 . 78	5 . 78	20 . 78	4 . 78
16 . 00	22 . 42	5 . 42	21 . 42	5 . 42

17. Confrontando la prima tavola con questa seconda nelle due ipotesi enunciate, cioè, che l'esponente delle velocità nella prima sia $= 1$, e nella seconda $= 1\frac{1}{2}$, e consultando nel tempo stesso l'esperienze già accennate, a me veramente parrebbe, che gli effetti degli ostacoli collocati a traverso del fondo del fiume, non debbano esser maggiori di quelli, che sono stati dedotti nella prima Tavola, e non debbano esser minori degl' altri calcolati nella seconda. Mi sembra pure, che tali due limiti possano molto giovare alla pratica per trasceglier quello, che nel dato caso ci dia maggior sicurezza. Se per esempio si tratti di una chiusa, che coll' altezza maggiore delle sue acque possa inondare, e render palustri i contigui terreni, per esser sicuri da tali disastri, sarà bene di formare il profilo sulle escrescenze della prima Tavola.

Se poi debba elevarsi l'acqua di un fiume per poterla mandare ad un nuovo proposto edifizio, allora crederei bene di attenermi alla Tavola II., come quella che dà la minima altezza, e perciò potremo sempre sperare di averla ad altezza più vantaggiosa all' operosità dell'edifizio Idraulico.

Ma prima di compire la presente ricerca, tenterò un altro metodo, con introdurre nel Problema qualche altro Elemento, che è stato trascurato, e che forse farà credere, che con tal Elemento ci accostiamo a' risultati del primo metodo applicato alla scala delle velocità espresse per la dignità di $\frac{3}{2}$.

Secondo metodo, introducendo nella curva delle velocità il parametro variabile.

18. I metodi maneggiati fin' ora tanto dagli altri Scrittori, che da me medesimo, suppongono, che il Parametro della curva delle velocità sia costante, o le velocità si considerino nel fiume fuor dell'ostacolo, o nel medesimo fiume, quando muove, e precipita le sue acque dall'altezza dell'ostacolo. In fatti facendosi la velocità nel primo caso, come $\sqrt{a}$, e nel secondo, come $\sqrt{y}$, si suppone sempre il parametro uguale all' 1, cioè costante. Considerando dunque attentamente le operazioni della natura nel maneggio delle acque correnti, mi pare, che tale assunto non corrisponda alla natura medesima. Quando il fiume non è alterato dall'ostacolo, le sue velocità in tutti gli strati inferiori dalla superficie sino al fondo sono ritardati, e disturbati dalle inferiori sezioni, che avendo risentito, e risentendo tutte le resistenze non possono non diminuire notabilmente le velocità proprie, e poi le superiori: ma non accade già così, quando la sezione del fiume precipita da un ostacolo, e particolarmente, quando questo giugne ad altezza tale da non soffrire i ritardi della piena

inferiore. Poichè allora ciascuno strato aqueo è animato dalla libera superior pressione, e perciò esso deve ordinarsi ad una curva di maggior parametro. Non vi è cosa, che meglio spieghi il presente mio concetto, quanto lo è l'altra operazione della natura nel dare le opportune velocità alle acque, che escono da' fori de' vasi Idraulici. Se questi siano affetti della vena, ritardano le loro velocità sotto le primitive, benchè le altezze siano le medesime, e tal ritardo arriva a segno, che il consumo del fluido nelle velocità primitive, al consumo nelle velocità attuali affette della vena sta come 16 : 13 prossimamente. E siccome detti consumi sono nella ragione delle velocità, viene a dedursi, che alla stessa altezza le velocità primitive, ed attuali saranno nella stessa ragione; il che non potrà verificarsi senza la mutazione di parametri, i quali nel presente caso dovranno dirsi, come i quadrati di detti due numeri 16, e 13.

Lo stesso dicasi, quando alla luce del foro si aggiunga un tubo, o cilindrico, o conico, nel qual caso, o togliendosi, o diminuendosi la resistenza della vena, la velocità cresce, ma resta sempre minore della primitiva. In tali casi adunque variando le circostanze delle acque correnti, convien variare necessariamente il parametro della curva, e tali variazioni sono infinite, incominciando alla velocità, o parametro primitivo, che si fa di piedi 60, e discendendo alla velocità degli strati affetti di diversi tubi, o interiori, o esteriori, o lunghi, o corti, o cilindrici, o conici, o cicloidali, come è piaciuto di fare a qualche diligente sperimentatore.

Concorrono le stesse circostanze variabili nel caso presente, poichè nelle chiuse altissime esenti da' rigurgiti del fiume inferiori ha luogo una velocità, ed un parametro, che non è lontanissima dalla primitiva. A misura, che l'ostacolo scema la sua altezza, le acque superiori risentono il rincollo delle inferiori, e ciò in modo tale, che si rendono variabili i parametri della curva, fino a congiungersi col più piccolo parametro nel fiume già spianato alla sua altezza ordinaria.

Inerendo a tale idea, potremo adunque introdurre l'ipotesi, che i parametri della curva, a cui vanno ordinate le velocità siano i massimi, quando le acque godono di una libera caduta, e che vadano poi diminuendo a misura, che scemano le cadute. Non è facile lo stabilire la legge di tal diminuzione, ma a me sembra, che tal legge sia più conforme a' fenomeni Idraulici, quando i parametri si facciano in ragion duplicata delle cadute espresse per y, ovvero quando le cadute y siano in ragion sudduplicata delle p, cioè de' parametri.

19. Sia adunque il parametro della curva esprimente la velocità del fiume fuor dell' ostacolo $=p$, sia al solito l'altezza della piena

$= a$, avremo secondo tal legge il parametro variabile $= \frac{py}{a}$. Ripigliando adunque l' equazione avremo

$$\frac{py}{(1+a)^2} \times y\sqrt{y} - \frac{py^2}{a^2}(a+1)\sqrt{(b+1)} = (a+1)\sqrt{p(a+1} - 1.$$

ESEMPIO.

Supponendo la y di piedi 22, avremo $\frac{py^2}{(1+a)^2} = 1.\ 93$ centesime, che moltiplicate per 22, e poi per la sua radice, che è di 4. 75, renderà parti . . . . 202. 18.

Sarà $\frac{py^2}{(1+a)^2} - (b+1)\sqrt{b+1} = 1.\ 99 \times 17\sqrt{17} =$ . . . 185. 18.

Onde sarà $\frac{py^2}{(1+a)^2} y\sqrt{y} - \frac{py^2}{a^2}(b+1\sqrt{b+1}) =$ . . . 66. 93.

Sarà $(a+1)\sqrt{(a+1)} = 70.\ 04$ facendo $p = 1$.
E togliendone . . . 1.

Restano parti . . . 69. 04, che differiscono di parti quasi 2. E perciò la y è maggiore alquanto di piedi 22. Essendosi fatto il parametro $p = 1$, l' equazione sarà

$$y^2\sqrt{y} - y^2(b+1)\sqrt{(b+1)} = (1+a)^2(a+1)\sqrt{(a+1)} - (a+1).$$

20. Riducendo la presente equazione, diviene del settimo grado, ed estraendone la radice per approssimazione, tornerà la y sotto l' ostacolo di piedi 16, di piedi 22. 77 cent., che appunto è dentro il limite de' fenomeni da me osservati. Onde introducendo il parametro variabile nella ragione già detta, il risultato corrisponde al primo, e principal fenomeno degli ostacoli, i quali essendo appunto tanto alti da non poter generare alcun rigurgito per la piena inferiore, ci palesano nel fluido sopra tali chiuse presso alla terza parte della piena del fiume primitivo, o sia fuor dell' ostacolo,

Il valore di $(1+a)^2(a+1)\sqrt{(a+1)} - (a+1)^2$ è sempre costante, ed è uguale ad $(a+1)^3\sqrt{(a+1)} - (a+1)^2$, che secondo il consueto valore di a, sarà di parti 19960, a cui sarà sempre uguale il primo membro dell' equazione involto nell' incognita y.

21. Quando la $b = 0$, allora la $y = a+1$. Ed in fatti l' equazione allora si riduce ad $y^2\sqrt{y} - y^2 = (a+1)^2\sqrt{(a+1)} - (a+1)^2$. Essendo $y = a+1$, in tal caso sarà $y^2\sqrt{y} - y^2 = (a+1)^2\sqrt{(a+1)} - (a+1)^2$, come era nel secondo membro.

22. È stato dianzi fissato il valore di y coll' ostacolo di piedi 16, di piedi 22. 77, giacchè facendolo di 22. 70, il suo numero sarebbe di 19630, cioè minore di 19960. E facendolo di 22. 80, sarebbe di parti 20150, cioè maggiore di 19960. Onde colla parte proporzionale avremo piedi 22. 77, che danno parti 19980, cioè un poco eccessivo di parti 20. Onde in realtà la y è un poco minore di 22. 77. Ma per la precisione maggiore occorrerebbe il più lungo calcolo colle frazioni delle millesime, e adoperando tutti i numeri de' Logaritmi. Il che nella presente materia è inutile.

23. Se la piena di piedi 16 concepiscasi di parti 100. l' escrescenza sopra la chiusa, che è stata computata di piedi 5. 77 sarà di parti 36, e così essa corrisponde alle mie sperienze, che danno tali piene tralle parti 30, e 40, di cui la piena fuor dell' ostacolo ne abbraccia 100.

ANNOTAZIONE.

24. L' escrescenza della piena sopra il labbro della chiusa, quando l' altezza di detta chiusa uguaglia l' altezza ordinaria del fiume, può considerarsi come la minima, giacchè si presume, che da quel punto la piena incomincia a cadere liberamente senza il ringorgo della piena inferiore. Se da tal punto si faccia crescere l' altezza dell' ostacolo indefinitamente, non per questo scema dell' altro l' altezza sopra il labbro della chiusa, giacchè seguiterà a precipitare liberamente, e senza alcun ritardo. Ma non s' intende per questo, che detta piena non diminuisca indefinitamente di corpo sullo sdrucciolo della chiusa, versando il presente problema dell' altezza sopra la cresta della chiusa.

Così sia ABCD un' altra chiusa (*tav.* 2. *fig.* 7.) qual è la gran chiusa delle Chiane che ha di altezza verticale più di braccia 20. Sulla sua cresta in A si alza la piena per la linea aa, e questa è l' altezza del Problema. Ma precipitando essa per lo sdrucciolo ABC, quanto più discende, tanto più si assottiglia, come fa in bb, e poi in cc, e finalmente in ee fine della caduta. Non è il presente mio intendimento di determinare dette linee, le quali riconoscono un certo limite, oltre del quale si conservano pressochè costanti. Ma serve al presente Problema, che sia determinata l' altezza aa in cresta che è quella, che regola la linea del fiume nella campagna superiore alla chiusa.

E quantunque l' altezza verticale AD sia maggiore in qualunque data ragione, che non è l' altezza della piena nel fiume non alterato, pure per risolvere tal Problema, cioè ricercare l' altezza aa si adoprerà non già l' AD, ma il valore di a, giacchè come è stato avvertito quel

di più, che vi è sopra il valore di a è indifferente alla nostra soluzione, e sarebbe utile solo per determinare le altre linee bb, cc ec., che ora non si domandano, e che per il regolamento del fiume superiore sono affatto inutili.

Dopo tali avvertenze procederò a' calcoli della Tavola III., ne' quali ho supposto, che il Parametro della curva sia variabile in ragione delle altezze, e che l' altezza della piena nel fiume primitivo sia di piedi 16.

II.

TAVOLA III.

Degli effetti degli ostacoli collocati a traverso dell' alveo de' fiumi nell' ipotesi de' parametri variabili per la curva delle velocità degli strati.

Altezze degli ostacoli sopra il fondo	*Valore della y*	*Altezza della piena sopra l' ostacolo*	*Altezza della piena sopra l' alveo*	*Escrescenza della piena sopra l' alveo*
piedi	*piedi mill.*	*piedi mill.*	*piedi mill.*	*piedi mill.*
1	17 . 120	15 . 120	16 . 120	00 . 120
2	17 . 280	14 . 280	16 . 280	00 . 280
3	17 . 500	13 . 500	16 . 500	00 . 500
4	17 . 720	12 . 720	16 . 720	00 . 720
5	17 . 980	11 . 980	16 . 980	00 . 980
6	18 . 280	11 . 280	17 . 280	1 . 280
7	18 . 930	10 . 930	17 . 930	1 . 930
8.	18 . 990	10 . 990	17 . 990	1 . 990
9	19 . 110	10 . 110	18 . 110	2 . 110
10	19 . 740	9 . 740	18 . 740	2 . 740
11	20 . 174	8 . 174	19 . 174	3 . 174
12	20 . 660	7 . 660	19 . 660	3 . 660
13	21 . 165	7 . 165	20 . 165	4 . 165
14	21 . 646	6 . 646	20 . 646	4 . 646
15	22 . 190	6 . 190	21 . 190	5 . 190
16	22 . 770	5 . 768	21 . 770	5 . 768

Confronto delle tre Tavole.

26. Ciascuno potrà fare il confronto delle tre Tavole già calcolate su gli effetti degli ostacoli, che attraversano l' alveo d' un fiume. E siccome la Tavola I. non si accorda co' fenomeni Idraulici da me osservati, così io credo, che possa servire per la pratica il confronto della terza colla seconda Tavola. Amendue queste Tavole si accordano colle sperienze, che ho potuto fare fin' ora, ma tra esse vi ha una differenza, che la Tavola II. è appoggiata ad una ipotesi delle velocità, che non è fondata su d'alcuna prova, e perciò essa dee considerarsi come una pura ipotesi immaginata per metter d'accordo la Teoria coll' esperienza.

La terza al contrario è fondata sulla variazione de' parametri, che mi par di aver fondata non solo sopra le sperienze Idrauliche, ma ancora sulla certezza, che il fiume primitivo ha la resistenza delle inferiori sezioni, della quale è privo il fluido, che cade ora più, ora meno liberamente dal labbro delle chiuse. Onde in buona ragione non può mai sussistere, che il parametro del fiume contrastato dalle inferiori sezioni sia lo stesso, che nell' altra curva delle velocità, che non soffrono un tal contrasto.

Forse in questo consiste la discordanza delle tre ipotesi, e metodi dal vero operare della natura, che sempre deve essere il nostro vero modello.

Nella Tavola II. le escrescenze delle piene alterate dagli ostacoli e che vengono espresse nella colonna 5. della medesima sono sempre minori di una simile escrescenza considerata nella Tavola III. nella simil colonna. Ma non per questo detta Tavola III. si allontana da' limiti delle sperienze.

Lo stesso dicasi de' numeri delle altre colonne 2. 3. 4, i quali nella Tavola III. sono maggiori, che nella II.

Dei parametri reali delle curve delle velocità.

27. Non sarà inutile di avvertire, che nella Tavola III. il parametro della curva che esprime la velocità degli strati acquei impediti nel fiume primitivo è stato considerato = 1 per la facilità de' calcoli, a' quali serve che i parametri maggiori siano aumentati sopra l' unità, come esige la loro legge. Ma volendo sapere i parametri assoluti, riflettasi, che il parametro della curva delle velocità primitive, quali nascono dalla libera caduta de' gravi è di piedi 60. Tal parametro però non può aver luogo ne' nostri fluidi, giacchè ancor quegli, che escono all' aria libera, ed ancora nel vuoto da lumi de' vasi Idraulici pigliano un parametro notabilmente minore. E minore ancora sarà

quello, che compete alle acque torbide, che cadono dall' altezza delle nostre chiuse. Se suppongasi, che tal parametro sia la metà del primo, forse sarebbe troppo. Ma sia pur così per una semplice prova da essa ne verrebbe la conseguenza, che facendosi esso di piedi 30, il parametro della curva nel fiume fuor dell' ostacolo sarebbe prossimo alla quarta parte, cioè a piedi 7½ all' incirca.

Se tal pure si supponga la velocità del fiume in piena alla sua superficie, il quadrato di tal velocità sarebbe di 56. 25

Essa è uguale al rettangolo del parametro nell'ascissa. Onde dividendola per 7½, che è il parametro, resta l' ascissa di piedi 7½, come il parametro. Ecco perchè io ho supposto tanto il parametro, quanto l' ascissa = all' unità, perchè così ci accostiamo all' operare della natura. Lo stesso risultato di calcoli nascerebbe se si facesse $p =$ 7. 5

L' ascissa CP (*tav.* 2. *fig.* 6.) = 7. 5

L' ascissa BV . . . . . . = 37. 5

Cioè GB = 30

CV = 7. 5

Somma = 37. 5. Io ho voluto aggiungere tutte le presenti avvertenze, per far comprendere, che la velocità, ed i parametri sono stati supposti ne' computi da me fatti come proporzionali a' veri parametri, ed alle vere velocità, almeno prossimamente alle vere leggi della natura.

Ci potremo prevalere della Tav. III. per paragonarla alle più precise, e più lunghe sperienze, che io non ho avuto tempo, ed occasione di eseguire.

RELAZIONE, E VOTO
DELL' INGEGNERE GAETANO RAPPINI
SOPRA IL DISECCAMENTO
DELLE PALUDI PONTINE
ALLA SANTITÀ DI N. S. PAPA PIO VI. (1)

Poichè varj consociati fecero rappresentare alla Santità Vostra, che avrebbero intrapresa la bonificazione della Palude Pontina a conto loro, volle la Santità Vostra essere informata pienamente dello stato presente di quella, non che de' rimedj applicabili al disordine delle acque. Pertanto piacque alla somma Vostra clemenza di chiamar me da' nostri lavori dell' acque, come addetto al servigio Vostro onorevolissimo nella delegazione dell' Eminentissimo Boncompagni, per spedirmi a visitare, ed esaminare quella Palude. Ubbidii subito ai sovrani comandi della Santità Vostra, e ricevuti in Roma gli ordini, e le opportune istruzioni, partii per la Palude, e colà con banda di guastatori, che mi facevano strada pe' luoghi difficili da penetrarsi, ciò che non fu mai praticato nelle visite passate, m' occupai tutto il primo trimestre di quest' anno in livellando i canali, che spandono per quella vasta campagna. Appena incominciata la livellazione del Rio Martino, conobbi essere sommamente difficile quell' impresa, quando mi venne recata una lettera clementissima della Santità Vostra con data del giorno 17 di Gennaio per la quale mi proponeva con chiaro ragionamento una linea parallela alla via Appia, per raccogliere e condurre tutti i canali al termine. Sospesi per alcun tempo il mio giudizio, e fui titubante per approvare questa nuova idea; perchè mi sembrava meraviglioso, che dopo molti esami e ricerche, che erano state fatte per lo addietro inutilmente, niuno avesse immaginato tale progetto. Ma intraprendendo la livellazione di questa linea, in breve, per così dire, mi si aprirono gli occhi, e incominciai a sperarne rimedio. Trovai che non solamente non mancava di caduta, ma che di più abbondava: la confrontai colle cadenti di tutti i fiumi e scoli, che avrebbero dovuto influire nel suo cavo; e viddi che tutte si riferivano a questa: e allora lo chiamai il progetto della

(1) Questa Relazione serve di supplemento alla scrittura del Zanotti sopra lo stesso argomento.

Natura. Non restava se non che dedurresi la spesa necessaria per eseguirla: ma comecchè era patente il risparmio grandissimo, che si faceva pe' lunghi tratti di cavi esistenti, pe' quali appunto sarebbe stato condotto il suo alveo, non dubitai di chiamarla ancora il progetto dell' economia. Ella produce due vantaggi grandissimi sopra quella del Rio Martino: riparazione generale dalle acque, e spesa moderata, come verrò mostrando in questa breve scrittura, che umilmente presento alla Santità Vostra, implorando perdono di que' falli, che avessi fatti, i quali peraltro sarebbero involontarj; non avendo io tralasciata nessuna diligenza per iscoprire, e comunicare la verità.

In essa scrittura espongo lo stato della Palude; le cagioni presenti dell' inondazioni; la relazione, che ha il piano pontino al livello del mare; le cadute, capacità, e materie de' suoi canali. Esamino i rimedj finora proposti; la linea pia, il modo di eseguirla; e tratto della navigazione, e porto di Terracina. Aggiungo i calcoli delle spese respettive, e porgo i profili delle livellazioni fatte, ne' quali si hanno i dati, che sostengono la linea della Santità Vostra, come generale, e forse unico mezzo a diseccare la Palude Pontina. Dio voglia che io abbia adempite le intenzioni sapientissime della Santità Vostra, dalla quale imploro l' apostolica benedizione.

Bologna 25. Giugno 1777.

§. I. *Stato della Palude.*

L' Agro, o palude Pontina è una pianura di centottanta miglia quadrate, chiusa per una parte da catena di montagne fra Cori, e Terracina, e per la parte opposta da un' altura, o sia collina, che si stacca dal piede del monte di Cori, e procede seguitamente fino al monte Circeo. Fra l' una e l' altra elevazione esiste questo gran piano, che a foggia di conca raccoglie le acque dalle alture convicine; e perchè inclinato naturalmente verso il golfo di Terracina, quivi le scarica per l' unica foce chiamata di Badino.

Tutto il paese, che scola nella pianura, compresa la pianura stessa, è di rubbia 52,200. La parte che resta inondata tutto l' anno, o per lo più, è di rubbia 10,000 ed altrettante giudico quella, che s' inonda in tempo di pioggia: cosicchè in tutto sono rubbia 20,000. Per la qual cosa l' acque, che portano i fiumi di più estesa derivazione, provengono da una estensione di rubbia 32,200.

I fiumi di più alta situazione sono il Ninfa, la Teppia, e il Fosso di Cisterna, che scolano un terreno di rubbia 9,600. Gl' inferiori, che sono la Cavatella, l' Ufente, e l' Amaseno, cogli altri piccoli

ruscelli loro tributarj, scaricano il restante del paese di Rubbia 42,600 circa; la quale estensione è quadrupla di quella de' superiori. Tanto può dedursi dalle più esatte carte, e dalle osservazioni fatte sul posto.

Per maggiore intelligenza unisco copia della pianta generale dedotta da quella del Sani, ch'è marcata num. 1. Essa inoltre rappresenta il circondario della palude stabilito nel tempo della mia visita; il corso de' fiumi principali, ed ogni piccol suo influente, coll'aggiunta di alcune particolarità da me osservate in detta occasione. Ho parimente uniti 31 profili, e 120 sezioni corrispondenti ad essi, tutte legate al comun termine, che è il livello del mare, rilevate esattamente per ischiarimento del fatto, e sicurezza de' calcoli delle spese. I profili mostrano in elevazione la cadente sì delle acque basse, che dell'escrescenti de' fiumi, gli argini, le campagne laterali, e i fondi di tutti i canali principali; come anche la giacitura de' piani di tutta la palude. Le sezioni dimostrano la larghezza, e l'altezza de' canali suddetti, onde possa dedursene la loro capacità, o portata: nozione necessaria pei calcoli, che occorreranno in appresso.

Il Ninfa fiume della ragione superiore viene formato da un lago d'acque limpidissime, e perenni, che da principio fanno girare più mole. La Teppia non iscopre mai totalmente il suo fondo, bensì il Fosso di Cisterna. Tutti tre s'ingrossano in tempo di pioggia, e spandono le loro acque pei convicini campi, dacchè gli alvei loro, oltre ad essere tortuosissimi, sono ingombrati da ciocchi e da alberi, che ne impediscono il passo.

I due primi superiormente al Ponte di S. Sala si uniscono, dopo ricevono il nome di Cavata. Questa più abbasso riceve a destra un fossetto vagante detto il Fosso di Sermoneta, e in faccia a Sermoneta un canale proveniente da varie polle, e che fa girare una mola. Ad esso si unisce il Fosso di S. Niccolò, e poco più abbasso altro fossetto detto il Portatore di Bassiano, e alcune sorgenti d'acqua sulfurea. Il Fosso di Cisterna si spande nei pantani di Borgolongo, e confonde le sue acque con quelle della Cavata, ch'è disarginata a destra, e ora può dirsi affatto vagante, essendone pochi anni sono seguito un totale disalveamento. Queste acque poi vanno per l'incontro delle accennate alture a ricadere nella Cavata, che inferiormente resta sempre disarginata alla destra. Riceve il Fosso di Cisterna altri fossetti a destra proveniente dalla pendice dell'accennate alture, e sono il Fosso del Maschero, quello del Gionco, e il Piccarello; e se il Fosso di Cisterna non avesse abbandonato la strada del Rio Francesco, oppure del Fiume antico, come pare che dovesse tenere; avrebbe ricevuto anche il fossetto dell'Impiso, quello

della Trova, e finalmente le acque del Rio Martino provenienti dalla Novella, e dal Tradimento; le quali si accomunano colle acque del pantano della Marittima, e ricadono nella Cavata.

A sinistra poi del fosso di Cisterna influisce altro fossetto detto della Croce, che porta acqua perenne a differenza degli altri, che conducono acqua temporanea. La stessa Cavata forse con intenzione d' introdurla nel fiume Sisto, è stata condotta per le alture indicate fin da principio, indirizzandola verso la Torre di S. Lidano sopra la via Setina, e a traverso della via Appia, che sono strade antiche di sasso murate in calce, le quali fanno l' ufficio di soglie invincibili; onde è convenuto chiudere l' alveo con due argini laterali per ottenere l' intento di obbligare la Cavata a fluire nel fiume Sisto. Per altro adesso, come accennai, la Cavata ha abbandonato il corso superiormente, e spande quasi affatto le sue acque nel pantano destro, d' onde poi sono ricevute inferiormente alla capanna marittima della stessa Cavata.

La medesima, e il fiume Sisto, essendo arginati a destra fino verso il littorale, spandono per varie bocche dell' argine opposto gran porzione delle loro acque nel pantano sinistro, ricadendo molto espanse nella Cavatella dietro la via Appia. La rimanente porzione delle predette acque s' incammina nel fiume delle Volte, ricevendo per istrada altri fossetti provenienti dalle alture, come il fosso di S. Vito, e il Rio cieco, e finalmente ha il suo termine in mare a Badino. Questo tratto di fiume delle Volte è tutto disarginato a sinistra, e in buona parte a destra.

La Cavatella si potrebbe annoverare fra i fiumi superiori per la sua situazione, se non restasse in piano più basso in circa di *palmi* 14. della Cavata alla Torre di S. Lidano, dove più se le accosta; essendo separata solamente da un argine, che sostenta essa Cavata a tanta altezza. Pertanto la Cavatella riceve una copia rilevante d' acque perenni, che scaturiscono appiedi delle accennate montagne. Conducesi fino alla Torre di S. Lidano, dove sono due sfioratori di vivo, che mandano l' acqua soverchia nella fossa della Torre, che lo sta a sinistra, la quale poi si scarica nell' Ufente.

Da questi sfioratori passa sopra i fondamenti della via Appia inferiormente al foro d' Appio in un luogo detto la Selce, abbandonando il ponte di detto foro d' ottima costruzione. Appena passata la via, trabocca dalle rive, e forma un pantano a destra della via Appia, e quivi per fossa serpeggiante apertasi fra il bosco, stentatamente si scarica in altra, che costeggia la via Appia, unendosi alle altre acque provenienti dalle rotte della Cavata, o fiume Sisto. Al sito detto Capo Selce attraversa nuovamente i fondamenti della via Appia, e quivi finalmente sbocca nel Portatore, spandendo sempre le proprie

acque su la destra, e formando il pantano da quella parte. Dietro la stessa via Appia, la Cavatella viene attraversata da tre giochi da pesce minuti di soglie, di sassi, e di pali nella sponda, accompagnati da trinciera di grisolate per tutta l'estensione della valle; la quale trinciera obbliga la corrente a passare per piccolissima apertura assai minore della sezione sua naturale; onde sono forzate le acque ad elevarsi, e spandersi nel piano destro, ove sono trattenute a qualche considerabile altezza. Il profilo di questa Cavatella si dà al num. 25.

Passando ai fiumi inferiori, l'Ufente è uno de' principali. Questo ha origine da sorgenti vicine alle Case Nuove, le quali sono così abbondanti, che appena nate fanno girare due mole, e formano un fiume, che si naviga tutto l'anno con grossi sandali. Per un alveo tortuoso si va a congiungere all'Amaseno a Capo Selce, dov'è obbligato ad elevarsi sopra di una peschiera ben armata di macerie nel fondo, e d'ali efficacissime ne' fianchi. Prosegue lungo la via Appia, e passa sopra le fondamenta della medesima in sito chiamato le Macerie; quindi a Canzo, dov'è obbligato a rialzarsi e di fondo e di superficie per altra robusta traversa, o chiusa fatta nel fondo con gran quantità di macerie, e di pali duplicati che stringono la sezione da ogni banda, obbligando il fiume a passare per la luce di pochi palmi; e tutto ciò affine di trarne profitto colla pesca, come più abbasso verrò spiegando. Finalmente mette in mare alla bocca di Badino, ch'è l'unica foce, per la quale si scaricano tutte le acque della palude.

L'Ufente è il comun recipiente di tutte le acque della palude. Incominciando dalla sua origine, riceve a destra il Brivolco torrentello d'acque temporanee, la Salcella, la Schiazza, il Fosso della Torre, la Cavatella, e tutte le acque sparse de' medesimi canali; più inferiormente altri fossetti, che scaricano dalla parte superiore della palude, e finalmente il fiume delle Volte, che traduce per questa strada la Teppia, e il Ninfa, come di sopra si è accennato. A sinistra riceve il Fossetto d'Alto, e quello di S. Simeone, o sia Mortola; le acque del lago, o fontana detta Occhio a terra, o dell'Angore bianche; il Lago Manello, quello del Vescovo, il Mazzocchio, e de' Gricilli, che sono laghetti prodotti dalle fontane, che scaturiscono dai piedi della montagna detta Castel Valentino, o Villa di Seiano; riceve il Codardo, il fiume Amaseno, e alle Macerie il Canalone, o sia Scaravazza: più basso il Fosso di Madera, o sia Setino, e quello di Boldrino, o di S. Martino.

L'Amaseno, ch'è l'ultimo fiume della palude, e che ha l'origine più lontana di tutti, è perenne, e s'ingrossa più di tutti nelle sue piene, perchè s'inoltra all'insù lungamente fra le montagne,

a differenza degli altri, i quali non iscolano, che la pendice rivolta verso la palude; non scarica già tutte le sue acque nell' Ufente, o Portatore alle Macerie, che se gli unisce como si è detto, ma solamente dividesi in due rami nel sito chiamato la Couella del Canalone, che in tempo di mezzana piena s' introduce per questa via: e quindi per la Scaravazza, o Canalone Gabrielli ne tramanda porzione alle Macerie: e dall'altra parte s' incammina per il fiume Vecchio, e quindi per la Pedicata accompagnandosi colle acque del fosso de' Maruti proveniente da scaturigini, che sono da quella parte: Indi colle acque della fontana del Frasso, e della fontana del ponticello torna a divertirsi di nuovo in due altri rami, uno chiamato la Fossa de' Ventipalmi, che riceve per uno sfioratore di muro parte di quest' acqua, e l' altro proseguisce col nome di Pedicata, e accompagnasi coll' acqua della fontana del Fico, e trapassando sotto un ponte della via Appia si spande insieme colle acque di tre, o quattro sorgenti, le quali escono dal monte, ove dicono, che fosse il tempio della dea Feronia. Tre di queste sorgenti sono tanto vigorose, che ciascheduna appena nata è atta a far girare una mola. Queste acque disalveate parte si scaricano nell' Ufente, e parte sfiorano pel fiumicello di Terracina, trasferendosi in poca copia nel suo antico porto.

Se si volessero descrivere tutti i canali interni della palude, che comunicano dall' uno all' altro, converrebbe avere una mappa esatta di questo piano, la quale è quasi impossibile di rilevare per le boscaglie inaccessibili. Ciò per altro non è di molta importanza, bastando per ora la indicazione dei canali principali, e che portano acqua nella palude, non di quelli, che la tramandano dall' uno all' altro.

Li fossi principali dell' interno, che stanno a destra della via Appia, sono il Tavolato, che scarica una parte delle acque della Cavata; la fossella di Mesa, il fosso di Caruccio, e il Leccardino, che ricevono altra porzione di acque provenienti dalle rotture del fiume Sisto; siccome ne ricevono altre fosselle, che mettono nella Zollera, e nel Portatore a Canzo.

A sinistra della via Appia trovasi la fossa della Torre di sopra descritta, quella della Schiazza, e della Salcella, con altre intermedie, che conducano le acque piovane de' campi Setini, e l' espanse della palude a scaricarsi nell' Ufente.

Tra l' Ufente, o Portatore, e l' Amaseno, v'è il fosso Codardo, il Mazzocchio, che riceve la Sandalara, il fosso de' Lorenzi, e quello della Torre, e tutti vanno a terminare in Rio freddo: ciò non è altro, che un diversivo, o ramo dello stesso Portatore, che dicono, che una volta sia stato anzi l' alveo formale del medesimo.

Fra la Scaravazza e la Fossa de' Ventipalmi vi sono moltissimi scoli campestri i quali attraversano il Vialone Gavotti con dieci ponti, e tutti si confondono nel pantano inferiore, ricadendo nel fosso di Madera.

Fra le Macerie e Terracina vi è un cavo sotto acqua chiamato il fiume traverso, il quale non è altro, che uno sfioratore dell' Ufente, che manda piccola porzione di acqua nel porto di Terracina ora interrito e affatto inofficioso, insieme con quella di uno scolo appellato S. Benedetto. Fra il Portatore, e questo fiumicello lungo il littorale, v' è un alveo di verun uso, chiamato il Mortacino.

Di tutti questi fiumi e condotti principali può formarsi idea giusta rispetto al loro declivio, e alla loro portata, nei profili e sezioni accennate.

§. II. *Delle cagioni presenti delle inondazioni.*

Dalla descrizione che si è fatta, si raccoglie facilmente quali siano le cagioni di queste inondazioni. Il disalveamento continuo, la divisione delle acque, l' essere tassati i fondi de' fiumi con impedimenti, concorrono tutte queste ed altre cause, che si diranno, a formare l' universale inondazione. In fatti tutti questi fiumi si spandono dal principio quasi fino al loro termine in mare, che è a Badino: i fiumi perenni divagandosi tutto l' anno, e i temporanei solamente per le piogge, ne segue, che ne' tempi adusti la palude rimanga, ma che però si restringa a novemila rubbia di terra.

La divisione delle acque, e il loro irregolare spandimento deriva principalmente dalla mancanza degli argini, dall' essere questi aperti in più luoghi. Cresce il disordine per cagione de' fondi inceppati, e ripieni di radici, di zocchi, e d' alberi quivi consolidati. In fatti è voce comune, che di cento canne di bosco, che si atterra, dieci se ne affondino nel trasporto de' legnami, che da' boschi si fa. A questa cagione di rialzamento de' fondi aggiungasi l' altra, che nascendo molta erba palustre ne' fondi medesimi, si prende il ripiego di farla calpestare dai bufali, che ivi fanno correre non solo per soddisfare al loro istinto d' attuffarsi nell' acqua, ma ancora perchè si crede, che il calpestio equivalga al taglio dell' erbe medesime, e produca lo sgombro felice delle acque, quando ciò produce un effetto contrario: mentre i fondi si alzano, e si fissano, e condensano tanto, che le acque correnti, quantunque abbiano per natura del luogo abbondante caduta, non vagliono a sradicare l' erbe, e a ribassare i fondi medesimi: anzi essendo copiosissimi, sormontano le rive e si divertono da ogni banda col perdere in gran parte la loro velocità.

In oltre, l' uso stravagante, o sia la libertà illimitata, che si ha,

di pescare per la palude, accresce gagliardamente la disalveazione de' fiumi; poichè si attraversano questi in molti siti con canucchiate fortificate con due ali di passoni tessuti con doppie fila di canucce, lasciandosi solamente aperta una bocca, tanto che appena possa passare un sandalo; ma restando le acque ristrette e trattenute, si alzano nella parte superiore a segno, che traboccano per le campagne, rompendo quei pochi avanzi d' argini, che vanno restando, di modo che se ne perdono in molti luoghi per fino le vestigia.

Per rendere più efficace l' uso della pesca, nell' interno delle ali, e al traverso del fondo gettano gran quantità di sassi, e pietre, non mancando la materia per le ruine, o macerie degl' edificj antichi sparse qua e là per la palude. Con queste macerie formano delle soglie, le quali dalla forza delle acque essendo di quando in quando divise, e quasi disfatte, sono di nuovo riprodotte, e congeriate dai pescatori.

Negli alvei medesimi, oltre gl' impedimenti accennati, vi sono varie e molte piante e sterpaglie qua e là nate, non solo nel mezzo degli alvei, ma ancora sulle rive, le quali impediscono il corso delle acque basse, non che delle alte.

La mala costruzione degli argini senza golene di fronte, senza scarpa, o d' ineguale altezza, fatti bensì di terra solida, ma mescolata con leguami e sassi, è causa, che sieno sormontati dalle acque, e che queste s' insinuino e trapelino pei medesimi; laonde per tal modo indeboliti facilmente si rompono a pregiudizio dei campi circonvicini, che restano inondati. Pretendono ancora che lasciandosi nascere e crescere le piante sulle scarpe degl' argini, si rendano questi più robusti, perchè dalle loro barbe vengono maggiormente difesi; ma ciò è contrario alla ragione e all' esperienza: imperciocchè fra l' unione delle diverse materie si aprono dei meati, come si è osservato, pe' quali la terra disunita non vale a resistere alle piene; e in fatti le radici non possono stringerla tanto, che non vi sieno delle vie, che tramandano acqua dal fiume per l' interno dell' argine all' adiacente campagna. Perciò da noi si usa diligenza grandissima, che la materia adoprata a fare gli argini sia solamente terra ben compatta, mantenendosi ripuliti gli argini, muniti delle opportune golene, e sempre di altezza parallela alle piene; il che produce mirabilmente il buon effetto.

I bufoli in numerose turme avidi di attuffarsi ne' canali danno l' ultimo guasto agli argini, attraversandoli in molti siti, e perciò rompendoli e dissipandoli a segno, che appena ne resta indizio; e nello stesso tempo spingono la terra de' labbri delle rive entro i canali medesimi, onde vengono maggiormente interriti. Ecco in breve le cause principali ed effettrici della palude.

§. III. *Del Piano Pontino riferito al livello del mare e delle cadute, e capacità de' canali, e delle materie che essi portano.*

Finora per quante ricerche sieno state fatte, non si è trovato nemmeno un palmo di livellazione, che mostri qual caduta abbia questo piano sopra il mare. Tutto era lavorato sopra congetture; e dalla linea del Rio Martino in poi, che risguarda una piccola parte la più eminente della palude, si camminava continuamente per le tenebre.

Ora che ho fatto le livellazioni di tutti i canali principali, e delle campagne, che gli sono laterali, come ancora d' alcune linee trasversali, ch' erano necessarie al nostro intento, le quali si collegano una coll' altra, e si riferiscono tutte al comun livello della superficie del mare; veniamo in piena cognizione di tutta intiera la giacitura di questa palude, e ne sappiamo, per così dire, a palmo a palmo la situazione, o mediatamente, o immediatamente col presidio dei congiunti profili; cosicchè pare, che altro non resti a desiderare in questa parte. Il livello della superficie del mare, a cui si sono riferiti i piani della palude, è quello stesso, che ritrovai il giorno 7 Gennaio nell' ora 18 alla torre di Fogliano, e che nello stesso tempo feci segnare alla torre di Olevola, a Badino, e al porto di Terracina; la qual superficie per altro secondo le indicazioni più verisimili de' marinari, si abbassa d' un palmo nel minimo riflusso.

Paragonandosi al livello del mare da me stabilito tutto il piano in corpo della palude dal suo estremo superiore fino al mare, lunghezza di miglia 21, si vedrà avere una inclinazione di palmi 45, 7, 2: prof. 26, linea pia.

Chi pretendesse una minuta descrizione non solamente di tutte le cadenti de' fiumi, e de' canali, ma ancora di tutte le parziali inclinazioni de' piani intermedj, chiederebbe un' opera di troppo lunga briga, e che in gran parte rimarrebbe inutile, non potendosi prevedere quale linea fra le innumerabili, che si potrebbero immaginare, sia per chiedersi o dalla curiosità, o dal bisogno di chi prendesse ad esaminare qualunque ideato progetto. A me basta di esibire tal numero di profili, e di sezioni, da cui possa ognuno rilevare la giacitura di qualunque linea, che a lui piaccia di descrivere sulla pianta generale di tutta la palude.

Siccome si osserva che non ostante la multiplicità degli impedimenti accennati di sopra, la cadente totale finalmente non può occultarsi; così il corso delle acque, che non possono stare sospese a tant' altezza, va con una velocità riguardevole anche in tempo d' acque basse, rendendosi difficilissimo il barcheggio retrogrado, massimamente

nel passaggio angusto delle peschiere, dovendo i sandalari discendere dai sandali per non azzardare la vita, mentre bene spesso accade, che si affondano co' sandali, e periscono. Per altro tanto le cadenti de' fiumi, che le sezioni de' medesimi, non si debbono considerare come naturali, ma violentate dalla gran quantità degl' impedimenti di sopra accennati. I meno impediti, che potrebbero prendersi per modello, sarebbero il fiume delle Volte, l' Ufente, e le tre fosse, della Torre, della Schiazza, e della Salcella nei siti, ove non sono gli acconcj delle peschiere, usandone per altro colle avvedutezze necessarie.

Da' profili stessi rilevasi ancora che le acque de' canali, e de' fiumi sono per lo più comunicanti con quelle, che sono sparse nella palude, e che per inclinazioni uniformi la tendenza, che hanno i fiumi, è pure quella della palude. In fatti si osserva, che l' acqua spagliata è in moto continuo verso Terracina, per altro minore di quello de' fiumi per la spessezza del bosco, e del cannocchieto, che la vanno trattenendo. È intanto questo piano si mantiene inondato, in quanto che i fiumi per la maggior parte sono perenni, e disalveati.

In tempo di acque ordinarie si ha sopra le campagne dove uno, dove due, o al più tre palmi d' acqua, che le tiene coperte in questo stato disordinato. Le massime escrescenze, o piene, non si elevano più di due palmi nei recipienti sopra l' altezza dell' acqua ordinaria, secondo le osservazioni più esatte: anzi una piena osservata il dì 17. Marzo, seguita dopo lunga pioggia, che fu giudicata dai valaroli una delle maggiori, non elevò nè i fiumi superiori, nè la palude, che dieci once; e appena terminata la pioggia, cessò la piena; e ciò per conseguenza del breve tratto, e vicina derivazione di questi fiumi, i quali si abbassano, secondo le relazioni di que' paesani, due altri palmi in tempo di siccità sotto il pelo ordinario, siccome fa la palude; e di qui ne viene, che in estate la maggior parte di questo piano resta asciugato.

Seguì un' altra piena universale di tutti i fiumi; e avendo udito magnificare la torbidezza loro, attinsi dal portatore alla confluenza dell' Amaseno un vaso di quell' acqua, che sembrava all' occhio torbidissima, perchè carica di una tintura forte, e rossigna, la quale feci osservare al commissario legale sig. abate Sperandini, e ai circostanti; e lasciatala per più settimane riposare, perchè si separassero le parti solide dalle fluide, onde se ne potesse ricavare la proporzione, vedemmo finalmente, che quel colore, che faceva apparire così torbida l' acqua, erasi ridotto in un velo tanto sottile, che non si poteva paragonare nemmeno alla grossezza d' un foglio di carta. Lo stesso fu osservato nell' acqua della Cavata; il che mi fece riflettere, che se questi fiumi portassero arena, o limo sensibile, spagliandosi

per tanti secoli in quelle pianure, avrebbero pure dovuto farvi qualche alzamento vistoso colle deposizioni. Fra la Cavata e i promontorj esistono ancora le tracce profonde del fiume antico, nel quale scaricano le acque della Teppia, e del fosso di Cisterna; e siccome qui l'acqua impedita dal bosco e cannocchieto va con moto lentissimo; così avrebbe dovuto lasciare tanto sedimento, che avesse appianato del tutto l'alveo. Le medesime acque scorrendo pel fiume Sisto, ed essendo debilitate di forze per le grandi e molte rotte, che vi sono; la parte inferiore almeno di detto fiume dovrebbe essere otturata, massimamente al fiume delle Volte, ove a sinistra non è alcun ritegno; eppure quivi trovansi profondità sempre maggiori, come si vede nel profilo num. 3. Osservando ancora, che la qualità del terreno sott' acqua è della stessa natura dello scoperto, m'induco a credere, e a confermarmi nell' opinione, che i piani non sieno gran fatto alterati per materie deposte dai fiumi.

Passeggiando dietro la Teppia e il fosso di Cisterna nelle parti vicine alla collina, incontrai per appunto quella ghiaia descritta da altri, dove il terreno, che fa sponda ai fiumi, ne ha qualche strato; ma poi dove cessano questi strati, cessano ancora le materie corrispondenti nei fondi; e quindi a tratto a tratto si veggono risorgere, secondo che le rive sono composte delle medesime. Dunque certo è, che queste ghiaie non vengono somministrate dalle montagne, ma che vi sono di prima origine, e che non possono assolutamente esser condotte abbasso. Questi principj di fatto saranno di grande scorta agli esami, che si faranno nel decorso della presente scrittura.

§. IV. *Dei rimedj finora proposti*.

Gli antichi hanno sempre giudicato, che si possa diseccare questa palude, e non solamente lo hanno pensato, ma eziandio lo hanno eseguito; ed è forza che la bonificazione sia durata lunghissimo tempo; poichè lasciando da parte la storia della quale con occhio erudito Monsignor Bolognini ha recate testimonianze e fatti, viene ciò confermato dal riscontrare, siccome mi è accaduto, molte macerie e vestigia cospicue di edificj sparse per la palude, non solamente nelle parti più alte, ma ancora nelle più basse; le quali macerie si riconoscono avanzi di fabbriche Romane fatte ne' secoli delle arti colte, oltre la famosa via Appia, che fende per lungo la palude.

Fra i moderni, de' quali ho potuto rinvenire documenti, fu Sisto V., il quale fece scavare una porzione del fiume, che appellasi fiume antico. Questo doveva ricevere le acque dei fiumi Teppia e Ninfa, e del fosso di Cisterna, e costeggiando le alture descritte nel §. primo, condurle a sboccare separatamente dagli altri fiumi ad

Oleola in mare, ove la foce adesso è otturata. Qual fosse l' idea per la condotta degli altri fiumi, non mi è noto; bensì posso asserire, che altro buon effetto non potrebbe sortire, seppure ne sortisse alcuno da tale provvedimento, che da Rio Martino in su: onde non verrebbe tolta, che la quinta parte della presente inondazione. Rispetto alla palude inferiore, rimarrebbe questa tuttavia inondata, poco importando se l' altezza dell' acqua venisse quivi diminuita di alcune once; oltre di che lo scavare quanto sarebbe necessario il fiume in quella positura alta, riuscirebbe un' opera molto dispendiosa. Converrebbe arginare l' ultimo miglio andando ad Oleola, ove non trovasi vestigio alcuno d' argine, o perchè non vi sia mai stato costrutto, o perchè il mare vicino (ch' è più verisimile) colle percosse dell' onde l' abbia distrutto affatto. Bisognerebbe prendere la terra per fare queste arginature assai da lontano, e dal littorale, o dalle campagne superiori; il che produrrebbe un capo di spesa non indifferente.

Quest' arginatura è indispensabile per tenere aperta la foce in mare, del quale l' onde inquiete, e le burrasche gettando sempre nuove materie nello sbocco, sempre lo chiuderebbero, poichè la forza di acque così scarse non potrebbe impedire la chiusura, e molto meno riaprire la strada; al quale effetto richiederebbesi forza assai maggiore: ma tale non si otterrebbe se non colla unione di tutte le acque. Il disalveamento toglie la forza ai fiumi di poter superare le maree, come in fatti è seguito nel caso presente; poichè detta bocca di Oleola, essendo disalveato il fiume in questo estremo, non s' è mai potuta tenere aperta.

Il sostenere arginature esposte alle percosse dell' onde, non è possibile, quantunque fossero fatte con terreno forte, e ben consolidato; del qual genere non trovasene in quei contorni, e neppure basterebbe che fossero munite di palificate ben costrutte; il che sarebbe un' opera di sommo azzardo, e di una spesa gravissima per la continua manutenzione. In oltre il risarcire questo fiume, come sarebbe necessario, importerebbe tanto dispendio, quanto se si facesse di nuovo; poichè converrebbe tirar indietro almeno un argine della Cavata in quel tratto, pel quale chiamasi fiume antico, raccoglitrice della Teppia, Ninfa, e fosso di Cisterna, e rimuovere più terreno, che non vi fu rimosso la prima volta; quindi scavare tutto l' alveo di detta Cavata all' insù a tale profondità, che potesse ricevere comodamente le acque de' pantani superiori, e poi ritirar indietro d' ambe le parti gli argini già fatti del tratto, che appellasi fiume Sisto, dove sono mancanti delle necessarie banche, o golene, non che dall' ampiezza, che si richiede per andare al dovuto profondamento, il quale dovrebbe essere molto, perchè corrispondesse a quello degl' influenti.

Altro rimedio fu progettato da lungo tempo, che poi trovò risorto nel 1729, e sostenuto fino adesso, ed è la linea di Rio Martino, che in sostanza non produrrebbe altro effetto, che quello del fiume Sisto, cioè di raccogliere il Ninfa, la Teppia, e il fosso di Cisterna. Questa linea non ha di vantaggio sopra l' altra che l' abbreviamento del corso d' otto miglia. Otto miglia d' abbreviamento sarebbero di un buon risparmio, qualunque volta non si dovesse profondere grandissima somma di denaro nel superare gli ostacoli, che per questa linea s' incontrano; la qual somma supererebbe senza limite il risparmio dell' abbreviamento medesimo. E ciò che maggiormente deve ritenere dalla esecuzione di questo progetto, non che dell' altro di fiume Sisto, si è, che non si darebbe rimedio, se non che alla quinta parte delle acque, che formano la palude; non potendo gli altri quattro quinti ricadere nel recipiente, che si facesse. Laonde sarebbe necessario di costruirne un altro di capacità sufficiente a raccogliere le altre acque residuali vaganti per la palude; e sebbene restasse diminuita l' acqua ne' pantani inferiori, non ne verrebbe perciò vantaggio alcuno, nè per ridurli a coltivazione, nè per trarne pascolo.

Per andare al mare da questa parte si tratta di abilitare un alveo, che riceva i fiumi superiori. Avendo io considerati i varj punti, dove i fautori di tal progetto incominciano la linea, ho preso ad esaminare la linea condotta dallo Ximenes, tenendo la strada per mio giudizio meno disconveniente allo stato moderno da lui additata. Dal ponte di S. Sala alla torre de' Tre Ponti; quindi al Rio Francesco, e Cavo Martino al mare per una collina lunga quattro miglia; la quale è alta palmi centoventisette sopra il livello del mare. E vero, che si farebbe passare per Rio Martino, ch' è un cavo antico, dove pare che vi dovesse essere qualche risparmio; ma esaminando il fatto più giustamente, il risparmio non sarebbe che una illusione, come verrò provando.

Gabrielle Manfredi, e Romualdo Bertaglia livellarono segnatamente questo Rio Martino, e ne fecero diverse sezioni; qualcuno in appresso ha temuto della livellazione, e perciò l' ho rifatta insieme colle sezioni per accertarmi del vero. Trovo, che l' operazione era stata fatta esattamente. Ho adattata nel mio profilo la cadente della escavazione assegnata dal Manfredi e Bertaglia di due palmi per miglio, risparmiando l' escavazione andantemente di palmi 12, 5, che pretendono che la natura debba fare per se stessa. L' escavazione naturale per la linea A B rossa; l' escavazione naturale per la linea C D nel profilo num. 32. Ho tirato parimenti la linea dello Ximenes, che pende in ragione di tre palmi per miglio segnata EF. Pretende quest' ultimo che impostandola più bassa della prima, e tenendola più inclinata,

si ottenga un risparmio ben grande di escavazione; e con detta scrittura s' ingegna di provare, che la cadente di questo cavo debba essere condotta in tal maniera. Ma dopo d'averla regolata co' suoi numeri, basta dare un' occhiata al profilo 32. per conoscere, che questa cadente rappresentante il fondo, che vorrebbe dare al nuovo fiume, non potrebbe ricevere tutti i fiumi superiori per la sua grande altezza. Immagina sopra questa base uno schema per l' escavazione, posto il quale, pretende che non si abbiano a toccare le rive laterali, contentandosi di poca scarpa, benchè il terreno, essendo arenoso, sia labile, e perciò incapace di sostenere il peso enorme delle sponde altissime.

Oltre il peso si aggiungono altre cause, che coopererebbero alle ruine di queste sponde medesime, cioè le piogge, non che le correnti dei rivi laterali. Egli fa tutto ciò con animo di diminuire la spesa. Dove poi non passa il suo schema, non ha difficoltà per sostenere queste rive di piantare delle fila di pali, e sopra tutto non avverte l'escavazione, che necessariamente farebbe poi la natura da se stessa per il pendio strabocchevole, e pel salto immediato di palmi 10 sopra il mare; la qual escavazione sarebbe fatale all' opera intera, perchè il continuo corso di queste acque perenni sottraendo il fondamento alle sponde altissime, e scalzando i pali, e rovesciandoli, resterebbe in breve chiuso il cavo per la immensa quantità di terra precipitata dalle sponde; e però trattenuto il corso delle acque, rigurgiterebbero esse ad inondare di nuovo la parte riacquistata. Merita pure di essere considerato, che lo stesso disordine succederebbe nell' alveo vecchio, e negli argini, che ora esistono; e che perciò resterebbe annegata buona parte di terreno presentemente asciutto, cioè i campi setini e sermonetani. Pare che basti quanto si è detto per concludere, che non si debba pensare a questo sistema, e che la spesa riferita di scudi 10000 in circa sia molto distante dal vero.

La cadente, che conducono il Manfredi ed il Bertaglia, è più ragionata. Lo schema della loro ideata sezione è assai ristretto, quantunque maggiore dell' altro. Essi hanno avuto qualche riflesso allo sprofondamento, che dovrebbe farsi dalla natura; e perciò hanno attribuito tre palmi in circa di scarpa per ogni palmo d' altezza alle sponde, d' onde abbiano maggior sussistenza dal fondo sino all' altezza di palmi 21, e quindi fino alla sommità solamente un palmo e mezzo per palmo.

In quanto alla prima scarpa, si potrebbe forse accordar loro, che non potesse accadere qualche grande ruina, abbenchè il fondo, che essi tengono largo una sola canna, sia un poco troppo ristretto: ma riguardo alla seconda, continuata fino alla cima senza banche, si dovrebbe temere assai, che le sponde non precipitassero.

Per un tratto d' alveo di canne 2,597 meno di quattro miglia, calcolano, che si dovessero rimuovere canne cubiche 82,853 e più di terreno, il quale non si azzardano a valutare, e neppure io lo farei, che non ho esempio di escavazioni così enormi. L' esperimento fatto dallo Ximenes, per cui deduce il prezzo di una doppia la canna, che poi restringe a 24 paoli, perchè dice che trattasi di una quantità grande, e un prezzo, che io non ho difficoltà di accordare, quando si tratti di fare un semplice esperimento; ma trattandosi di una quantità grande di terra da rimuoversi, sarebbero necessarie le mute d' uomini per la fatica insopportabile, non essendo quivi praticabili le macchine, che facilitassero il lavoro; e quando vi fossero, il tempo maggiore toglierebbe ogni vantaggio. Queste mute d' uomini difficilmente potrebbero aversi. Pertanto la spesa sarebbe assai maggiore di quella ideata, e forse ineseguibile.

Un' altra difficoltà massiccia io incontro, ed è, che questo cavo dopo d' essere uscito dalla collina passa a traverso de' laghi di Caprolace e Fogliano, dove da una distanza assai lunga bisognerebbe trasportare la terra da formare le arginature; oltre di che si dividerebbero i laghi, e così togliendosi la comunicazione naturale, bisognerebbe farla artificialmente; il che apporterebbe molta spesa. Ingegnosamente lo Ximenes ha studiato un' altra strada. Declina la linea alla sinistra, come scorgesi nella mappa num. 1, e dagli archi di S. Donato conducendo il suo cavo al mare. A questa maniera non si toglie la comunicazione de' laghi, la quale si pretende necessaria per uso della pesca, ma non per questo si può sfuggire altrettanto di pantano, per cui si dovrebbe trasportare la terra degli argini da parti lontane, e così ricadere nel medesimo, o poco minore dispendio, e nella difficoltà massima di esporre gli argini alle onde agitate dal mare; venendo di più esposto il destro argine alle percosse del lago. Che se poi si volessero munire gli argini con palizzate dall' una e dall' altra parte come si converrebbe; oltre la spesa grande, che porterebbero, non so quanto potessero sussistere. Il fondo del nuovo cavo, secondo gli esempj, che si hanno e a Badino, e al Tevere, e al nostro Primaro, diverrebbe in qualche distanza della foce profondo almeno diciotto palmi. Perciò non so di che lunghezza dovessero essere le agocchie affinchè reggessero; poichè se mai, come è facile, una eccitazione di burrasca, capace di abbattere i più robusti lavori di vivo, rompesse alcuno di questi argini, sarebbero perduti i laghi e i contorni, e chiuso lo sbocco in mare. Qui non si può predire tutto il male, che potrebbe derivare da questi accidenti.

Finora abbiamo fatto sei miglia della linea del rio Martino, restandone nove per andare ad imboccare ne' due fiumi uniti al ponte di S. Sala. Per un tratto di tre miglia si fa passare per entro un cavo

vecchio detto Rivo Francesco, che è arginato sulla sinistra. Per arrivare alla cadente Manfredi, converrebbe escavarlo palmi 13 sotto il fondo presente, dandogli almeno 40 palmi di letto.

Da qui in su la cadente di due palmi per miglio si caccia troppo sotto terra; l'accrescere questa cadente, e secondare il terreno aumentandola a palmi cinque per miglio, sarebbe economico, e conforme anche alle leggi della natura, che accresce sempre la cadente più che il fiume si allontana dal mare.

Un calcolo della spesa di questo progetto è assai incerto su le tracce del Manfredi. In Rio Martino, benchè si rimuovessero solamente le canne 82,853, rimozione che produrrebbe un'ampiezza molto scarsa, pure la spesa risulterebbe assai grave. A questo numero di canne bisognerà aggiungere quello del tratto degli argini di S. Donato a mare. Il risparmio, che potrebbesi ottenere facendosi uso di questo cavo antico, si ridurrebbe a niente; poichè sarebbe necessario rimuovere l'arginatura vecchia, che in sostanza è presso a poco quella stessa quantità di terreno, che fu cavata la prima volta. Dal passo di S. Donato al ponte di S. Sala, tratto di nove miglia, vi sarebbe da formare il cavo totalmente di nuovo.

Vi sono da fare, secondo lo Ximenes, dei ponti per restituire la comunicazione, che si toglierebbe alla tenuta di Fogliano, formandosi questo fiume, che la intersecherebbe. Non trovo poi nessuno, che abbia considerato il modo d'impedire che non venisse frastornata l'esecuzione del lavoro delle acque. Per Rio Martino corrono fossi provenienti dalle alture, che se non si deviano, non si può fare l'escavamento. Per deviarli bisognerebbe fare due fossa laterali, una per parte di Rio Martino da introdurvi queste acque, e condurle al mare; ma ciò non basterebbe se non per la pendice della collina, che guarda il mare medesimo; poichè per quella, che guarda la palude, massimamente alla destra di Bio Martino, sarebbe difficilissimo liberarsene. Il Rio Francesco è coperto d'acqua tutto l'anno: senza deviarla è impossibile l'eseguire lo scavo. Ma per levare quest' acqua si dovrebbe divertire la Cavata, il che non si potrebbe fare senza un gran dispendio. Vi resterebbe poi il rio Cisterna, che per ogni pioggia affogherebbe il lavoro. Quanto è necessaria la deviazione di questo rio, altrettanto è difficile immaginare il modo di farla. Veggo che si dovrebbe deviare quest'acqua per passare col cavo tra Borgolongo e la torre de' tre Ponti; ma non so quale strada provvisionale possa trovarsele.

Da ciò che si è detto finora, facilmente si raccoglie essere al sommo difficili e strane le imprese de' rimedj per l'addietro proposti. In quanto al fiume Sisto io son di parere, che ormai non trovisi alcuno, che pensi doversi di nuovo intraprendere l'escavazione, e

compirne l'opera. Ma riguardo al progetto del Rrio Martino, non mancano molti, che lo credono quasi unico mezzo per liberare l'agro pontino dall'universale sommersione. Quanto sia grande l'errore di tutti questi, dalle ragioni addotte chiaramente deducesi; nè solamente sbagliano rapporto al rimedio, ma eziandio sul calcolo della spesa. Intorno a ciò fu preso errore anche ne' tempi andati da Sisto V. in qua. Il p. Kircher, che fiorì poco dopo, ignorando la distribuzione de' canali, e non sapendo che tutto il piano era naturalmente inclinato al golfo di Terracina; non temè di asserire con franchezza, che Rio Martino sarebbe strada atta a raccogliere e condurre tutte le acque della palude al mare; ma immediatamente soggiunge un fatto, dal quale traesi forte obbiezione contro la di lui opinione; dicendo egli (Lat. vet. et nov. lib. ult. cap. 4): *Verum Sixtus sive sumptibus, sive aliis de causis eo relicto*, (Rio Martino) *sapientissimo sane consilio aliam fossam, quam a suo nomine Sixtinam appellari voluit, molitus est per medias paludes deductam, quod tamen opus, morte praeventus, ad finem perducere non potuit; hoc tamen si perduxisset, haud dubie ingentem hoc tempore in camporum culturam effectum vidissemus*. Nè giova addurre, che l'autore non ispecifica distintamente le cause, per le quali Sisto V. abbandonò l'intrapresa del Rio Martino, ma che solamente le accenna con particole disgiuntive, senza determinarle precisamente: imperciocchè quali altri motivi si possono supporre nel Pontefice efficaci a distorlo da quest' opera, se non che, o spesa insopportabile, o impossibilità di tradurre le acque tutte della palude per le alture nella spiaggia Romana al mare? Anzi io sono di parere, che concorressero tutte due le suddette cause a distorlo da questo; e perciò credo che il p. Kircher avesse dovuto usare piuttosto particole copulative.

Sembra ora essersi parlato abbastanza de' rimedj proposti, e che non resti altro ad esporsi se non il calcolo della spesa pel Rio Martino; il qual calcolo sebbene ascenda ad una somma gravissima, non comprende però tutte le partite di spesa, che dovrebbero necessariamente farsi, le quali non sono calcolabili; poichè, per esempio, non si sa quanto si spenderebbe per deviare le acque, che non impedissero l'esecuzione dell'escavamento; mentre potrebbe essere che fosse di tagliare qualche luogo eminente, o arginare alcun fondo basso, quanto per rompere qualche strato di materia dura, che si scoprisse ec.

Elenco delle partite calcolate.

Pel Tumuleto vicino al mare, terra da rimuoversi, canne cubiche 2910, a scudo uno la canna . . .	Sc.	2910
Argini da costruirsi nel pantano, canne cubiche 2970, a scudo uno e mezzo	„	4455
Agocchiate lungo gl' istessi argini, canne 990, a sc. 6.	„	5940
Per escavazione fino a' muri di S. Donato, canne cubiche 1702, a scudo uno	„	1702
Di Mantellatura agli argini, canne 1702, a bai. 40 .	„	680 : 80
Per escavazione da' muri suddetti fino al passo, secondo il Manfredi ed il Bertaglia, canne cubiche 82853, a scudi 3. ragguagliatamente secondo il saggio dello Ximenes, e le ragioni addotte	„	248559
Per un ponte al passo suddetto	„	5000
Per escavazione fino al ponte di S. Sala, tratto di miglia 9, canne cubiche 48024, a sc. uno . . .	„	48024
Per arnesi, casoni, ministero, e visite	„	60000
Per casi impensati relativi alle presenti partite, valutati	„	12000
	Somma Sc.	389270 : 80

Per dar esito a tutti gli altri canali inferiori alla linea del Rio Martino, si dovrebbe fare un cavo lungo la via Appia, perchè la Cavatella presente, come si vede nella mappa, è vagante lungamente per le boscaglie e pantani, prima che vada a filo della detta via Appia; nè sarebbe comodo usare lo scavo suo irregolare e tortuoso fatto dalla natura; e tanto più sarebbe necessario questo nuovo cavo, poichè per la cadente del Manfredi e Bertaglia, che è la più bassa, non possono le acque della Cavatella medesima introdursi nel Rio Martino, e molto meno tutte le altre del piano della palude, come si deduce chiaramente dalla sezione dell' agro pontino segnata num. 25, fatta in linea di Rio Martino, e ciò far non potrebbero le acque della Cavatella fino a tanto che la cadente di detto Rio non fosse giunta per tutta la sua lunghezza alla profondità naturale pretesa dagli autori. Nessuno potrà giudicare quanto tempo esigerà la natura in produrre il necessario escavamento, siccome non lo giudicarono neppure gli autori stessi; e nessuno ha calcolato la spesa per questo nuovo cavo della Cavatella, nè per gli altri scoli delle acque piovane, senza de' quali non si otterrebbe questa parziale bonificazione, di cui è capace questo progetto.

§. V. *Esame del progetto della linea Pia.*

Nessuno prima d'ora ha mai proposto un sistema reale per seccare tutta l'intiera palude. I progetti antecedenti esaminati con animo ingenuo, e verace non possono apparire che rimedj parziali. I vantaggi che potrebbero apportare, non meritano la spesa enorme, che si farebbe nell'eseguirli, per gli ostacoli da superarsi. I pericoli, che si correrebbero, senza dubbio dovrebbero far temere gagliardamente dell'esito. Ma per il contrario la linea Pia sembra essere un sicuro, e generale rimedio. La sua semplicità, e gli altri suoi caratteri persuadono della felicità dell'esito, e della mediocrità della spesa. Essa è condotta per un piano equabilmente declive, per via retta, e per la maggior declività che si possa avere per tutte le acque della palude verso il mare. Pertanto pare che tutti i canali e i rivi la invochino, mostrando patentemente naturale tendenza a quella parte, cosicchè pare il progetto della natura istessa. Peraltro non posso negare, che sul principio, che mi fu indicata questa linea, prima che avessi compresa la faccia del luogo, e fatte le livellazioni de' canali, ed esaminati almeno nell'ingrosso gli altri progetti, dubitai della sua eseguibilità sì in riguardo all'effetto, che alla spesa. Ma ora per così dire ho fatto diligente anatomia di tutto intero il piano, e ho esplorato tutto quanto lo stato presente, e conosciuto l'andamento che tengono, e che esigono le acque, non posso a meno di non commendarla, e protestando che la saggia provvidenza di Vostra Santità, che additolla, dovrà essere benemerita dei presenti, e dei posteri per un vantaggio così ragguardevole allo stato ecclesiastico.

Quanto più applico l'animo a considerare lo stato delle cose, mi confermo maggiormente nel giudizio, che ho di sopra indicato; poichè qui si ha caduta abbondante, acque chiare e perenni, piano ordinarie, e mare vicino, che sono vantaggi tali, che promettono felice riuscita. L'altezza delle Pontine sommerse può essere invidiata per la maggior sicurezza da molti altri paesi coltivati e popolati; ed in fatti moltissime parti riscattate delle tre Provincie non hanno tanta altezza sopra il mare. Basta dare un'occhiata ai profili delle cadenti, che sono state dedotte nelle visite apostoliche fatte ai piani loro, per esserne convinti. Quasi tutto il Ferrarese, e in particolare quelle sue parti, che sono lontane dal mare assai più di queste, e la città stessa di Ferrara, non sono tante alte sopra l'Adriatico, quanto è il piano di Borgolongo sopra il Mediterraneo. Aggiungasi, che per le pianure, o campagne Bolognesi, e Romagnole, coltivate ancora in luoghi meno alti, passano torrenti grossi, che portano immense materie, e restano a secco, cessate le piene; laddove i canali

pontini sono copiosi d'acque chiare tutto l'anno. La perennità di queste acque non lascerebbe ne' fondi de' canali nessuna materia, quando anche in tempo di piena fossero stati torbidi. Che se questa pianura è tuttavia inondata, la cagione si deve riconoscere nella disunione delle acque, che separate per più canali e rivi, non hanno quella forza e velocità, che avrebbero unite in un sol corpo, onde sgombrassero rapidamente nel mare; ma ritardate si alzano, e traboccano dalle rive devastate, e dai letti impediti, spandendosi per la pianura. Gli abitatori circonvicini hanno cooperato tanto all' inondazione generale, come si è detto parlandosi delle cagioni della medesima, che hanno superata la disunione de' canali nell' azione di produrre questo triste effetto.

Questa linea pia ha principio dal Foro d' Appio, ricevendo la Cavata, la Cavatella, e il fosso di Cisterna condottovi per un canale costeggiante rettamente la via Appia dalla parte destra per lo spazio di quattordici miglia in circa; riceve il Portatore e l' Amaseno congiunti al Ponte alto, recipienti di tutte le acque, che provengono dalle parti a sinistra di detta strada, eccettuatene alcune poche più basse, che colano nella Pedicata, come si può dedurre dalla descrizione fatta di tutti i canali Pontini. Nel tratto seguente fino a Badino, dove si scaricherebbe in mare, lunghezza di miglia 3, e canne 462, riceve la Pedicata per il fosso detto Boldrino, che si dovrebbe riattare: inoltre ricevere le acque residuali provenienti dalle alture e fontane, che sono al fine di quella parte.

A destra poi della via Appia, e di se medesima, raccoglie quelle del Rio Martino poco sotto la via marittima, e in seguito fino al suo sbocco tutte l'altre, che per piccoli e spessi rivi le provengono dal pendio della collina, e dalla porzione del piano, che resta fra la base della collina medesima, e la via Appia, così tutte le acque della palude sarebbero ragunate in un corpo solo, ed esente sarebbe il piano dalla pluralità de' recipienti, necessaria negl' altri sistemi.

Questo corpo di acque sarebbe abbondante materia per istituire una grossa navigazione, che potrebbe apportare grandissimo comodo al commercio non solamente del paese, che si redimerebbe, ma eziandio di tutti i circostanti, con molta utilità dello stato. L' occhio sagace di Vostra Santità prima d' ogni altro ha veduto questo sommo vantaggio, e l' animo suo provido vuole che se ne tratti. Ma però si potranno distinguere e separare queste opere in trattandone; l' una appartenendo al sistema di necessità, e l'altra a quello di miglioramento.

Quindi intraprendendo prima a discorrere dell'opera, che riguardo il diseccamento totale della palude, fa d' uopo di descrivere i lavori da farsi, che sono come parti dell' opera medesima. Giacchè

il Portatore di Badino, ove mette in mare fino alle Macerie, tratto di miglia 3 e canne 462, ha il suo alveo stabilito dalla Natura quasi retto, che chiamano fiume Giuliano, perchè Giuliano de' Medici ivi incominciò la bonificazione; potrà usarsi per ultima parte del canale pio, demolendo la peschiera di Canzo, frattando gli alberi e le macchie, che dalle sponde sporgono nel Cavo, obici grandissimi alla fluenza delle acque, e chiudendo alcune bocchette derivanti ne' labbri delle rive. E spurgato e risarcito per tal modo il canale, la corrente copiosa e perenne ne ribasserà il letto superiormente alla soglia trasversale della peschiera, e farallo orizzontale per lungo tratto dallo sbocco all' insù, effetto costante di tutti i fiumi che entrano in mare; e così per conseguenza si abbasseranno subito le piene.

Dalle Macerie a Capo Selce, tratto di miglia 2, e canne 332, bisognerebbe aprire un cavo parallelo alla via Appia, largo palmi 60, colla profondità indicata della cadente condotta nel profilo 26. Tale capacità viene riconosciuta sufficiente per le acque superiori dal sentimento comune degli idrostatici, che hanno visitata la palude, e confermata dai risultati delle sezioni fatte degl' influenti. Quivi il detto cavo dovrà congiungersi coll' alveo superiore della Cavatella, il quale fino alla declinazione, che fa dalla via Appia, lunghezza di miglia 5, e canne 132, non ha bisogno d' altro allargamento, che di palmi 20. in circa per essere ridotto a palmi 60. Sarà pure necessario distruggere le peschiere, che vi sono, acciò producasi l' effetto accennato di sopra.

Da detto sito fino alla via di Bocca di fiume, tratto di miglia 4, e canne 70. si ha la fossa detta di S. Giacomo, la quale è larga ragguagliatamente palmi 15., e si dovrà allargare secondo la misura precedente, e profondarla fino alla cadente del profilo già citato.

Dalla via di Bocca di fiume fino al ponte del Foro d' Appio, principio della presente linea, tratto di miglia due, e canne 110, si deve formare l' alveo totalmente colle stesse misure di larghezza e profondità, e rimuovere le macerie, che fanno obice sotto il ponte. A questo punto s' introdurrà nell' alveo nuovo la Cavatella, cui sarà stata unita la Cavata alla torre di S. Lidano, già abilitata, ove ne sia stato d' uopo.

Tutta questa linea non è maggiore che due miglia di quella del Rio Martino, essendo la sua precisa lunghezza di miglia 17, e canne 439: ma questa maggior lunghezza in riguardo alla spesa viene a molti doppj compensata per diversi motivi, e principalmente per essere la massima parte del cavo già costrutta, restando solamente da allargarsi, e a luogo a luogo da profondarsi, non essendone da farsi di nuovo che miglia 4, e canne 442, come deducesi dall' esposizione precedente. Pertanto il risparmio grande, che si farebbe, di

escavamento, e in conseguenza di spesa, accresce la lode a questa linea sopra d' ogni altra; e tanto che si avrà declivio sufficiente, del quale ora parlerò, non dovrà dubitarsi dell' esito, non che della facilità del progetto.

Venendo ora a parlare del declivio, o cadente della linea Pia; questa, o si consideri in se stessa, o si paragoni con quelle di altri fiumi, trascende il bisogno. Ella è di due palmi per miglio ragguagliatamente dallo sbocco in mare fino all' unione della Cavata alla torre di S. Lidano, d' onde è spiccata. Ma per le acque, che nelle miglia inferiori non esigono tanta pendenza per la vicinanza dello sbocco in mare, e per gl' influenti, che accrescono il corpo d' acqua, verrà col tempo escavato l' alveo, e per conseguenza accresciuta la pendenza nelle parti più alte. In tanto si è data questa cadente, in quanto che si vuole risparmiare l' escavazione; giacchè restano incassate abbastanza le piene seguitamente fra terra. Non si può certamente mettere in dubbio, che le acque non abbiano a scorrere con velocità attissima non solamente a non lasciarle interrire, ma di più a profondare il canale, o alveo che si farebbe; poichè il volume grosso delle medesime ragunato nel cavo sarebbe causa, che venissero spinte con maggior forza al mare, recipiente comune preparato dalla natura. La perennità, o corso immancabile di queste acque, non che la loro chiarezza ordinaria, sono due principj efficacissimi, da' quali sarebbero diluite quelle materie, che alcuni suppongono potersi deporre nel letto dalle piene. Per altro potrà dubitarsi del supposto pel saggio recato sulla torbidezza al §. III. parlandosi delle materie, che portano i canali.

Il fatto presente poi persuade pienamente, che questa cadente contemplata in se stessa è piuttosto abbondante che no: imperciocchè si è veduto e comunemente si sa, che quantunque le acque sieno sparse, e quasi come un velo coprino la palude; non perciò sono affatto stagnanti, ma si muovono tutte verso una medesima parte per l' inclinazione naturale del piano, che inondano; e quelle, che per esempio, hanno tenuta coperta la palude nel mese di Marzo, non la tengono nel mese di Aprile, ma loro ne succedono altre per la perennità de' canali, che sfiorano, e sormontano; e in fatti quando vengono levate le cannucchiate dalle peschiere in certi tempi dell' anno, quantunque rimangano le soglie, e gli altri impedimenti più efficaci, pure la palude si restringe a molto minore superficie, e le vicinanze de' canali, che vi sfioravano, si seccano totalmente, ne acquistano alcuno strato di materia, che dovrebbero lasciarvi le acque se fossero torbide; anzi quelle conche, o sieno pezzi di canali interni, affatto inutili, e dirò morti, che avranno età di secoli, o forse qualche millesimo, non sono ancora appianati; ma probabilmente

sono dell' istessa profondità, che loro fu data quando furono fatti. Pertanto se le acque benchè diffuse camminano, e sgombrano dalla palude, e cedono il luogo alle succedenti per una inclinazione di poche once, per parecchie miglia, senza alzarsi di vantaggio; perchè si dovrà temere, che ragunate in un sol corpo entro un canale avente un declivio di due palmi per miglio, non debbano correre velocemente a precepitarsi nel termine? È così ammirabile, che la tenuta Gabrielli, e i campi Setini, che sono più bassi che i pantani di Tabbio, e quelli di Borgolongo, di S. Giacomo ec. come si scorge nei profili 10, 12, 25, scolino a segno di essere continuamente coltivati, e i più alti sieno sommersi. Dunque qual ragione dovrà far temere, che non iscolino i più alti? Pare che questo argomento non possa patire obbiezione. Si fa maggiormente approvabile questa cadente qualora si confronti con altre. Il Tevere dal suo sbocco nel mare pel ramo d' Ostia fino verso la Magliana, tratto di miglia 18 in circa, è affatto acclive, essendo di più tutto questo tronco col fondo molti palmi, e particolarmente cinque alla Magliana sotto il pelo basso, o sia riflusso del Mediterraneo; il che fa credere non solamente che le acque raccolte e condotte per questa linea a Badino non interrirebbero, ma di più escaverebbero assai il loro letto, e certamente in proporzione del loro volume paragonato con quello del Tevere.

Il nostro Primaro ancora dà maggior peso a questo preludio. Esso prima che ricevesse molti altri canali, e torrenti torbidissimi, aveva il suo fondo per eguale lunghezza dallo sbocco sotto il pelo basso dell' Adriatico all' incirca quanto il Tevere: ma l' aggiunta di nuove acque glielo ha ribassato di più, quantunque alcuni avessero predetto il contrario. La natura opera con leggi costanti, ma spesso per vie ignote; e perciò quando gli uomini si appoggiano all' osservazione, e all' esperienza per deliberare alcuna cosa, pare che allora possano aspettare con certezza l' esito felice delle loro intraprese. Con questi esempj chiarissimi di fatti innegabili posso commendare giustamente la cadente della linea Pia, nè debbo temere opposizione alcuna.

Il Boscovich conviene col Manfredi e col Bertaglia, che la pendenza di due palmi per miglio basta per la produzione della Cavata fino al mare, checchè abbian detto altri, i quali hanno attribuiti ad alcuna loro immaginata linea palmi tre per miglio, perchè hanno incorporata alla declività del piano parte della precipitosa caduta dalle colline. Se quando si tratta di stabilire la cadente di un cavo, che si vorrebbe fare, fosse lecito di distribuire la rapidità dei luoghi eminenti per tutto il suo corso, io avrei potuto assegnare alla linea Pia non due, ma tre, quattro, cinque palmi per miglio, spiccando la livellazione

da siti più alti; ma ciò sarebbe un' illusione, poichè in altri casi potrebbesi piuttosto esaurire erarj, che disseccare paludi. Pertanto fa d' uopo, che si deducano le pendenze de' piani da que' punti, ne' quali incominciano a diminuirsi gradatamente verso il loro termine. Io ho avuto sempre presente questo canone, deducendo il declivio dalla linea Pia, per non attribuire al piano pontino se non quell' inclinazione, che ha, per scaricare le sue acque nel mare.

L' altezza naturale di questo piano desiderata in molti paesi della Lombardia, e nei nostri, ne' quali tuttavia le acque hanno lo sfogo necessario, è la base fondamentale delle mie certe speranze, poichè è la sicurezza immancabile de' suoi canali, i quali per legge della natura dovranno accrescere a se medesimi l' incassamento.

Passando a parlare degl' influenti nella linea Pia, l' Amaseno, l' Ufente, la Cavata, il Fosso di Cisterna, e la Cavatella sono i principali influenti nel cavo della medesima. L' Amaseno, che ora sbocca a Capo Selce nell' Ufente, o Portatore, si dovrebbe far scaricare nel pantano detto l' Inferno, tagliandosi l' argine suo sinistro poco sotto la Casetta di Capo Cavallo; e costrutto un argine superiormente a detto pantano, che appoggiato all' argine tagliato si congiungesse col destro della Scaravazza marcato AB, nella mappa generale segnata num. 1; si formerebbe una cassa compresa da' detti argini per tre lati, e dalla via Appia per un altro. Le acque cogregate in questa cassa colerebbero nell' alveo dell' Ufente, tagliato che fosse l' argine suo sinistro, che si estende lungo la via Appia; e si farebbero passare sotto il ponte maggiore, rimuovendo le macerie occludenti, il qual ponte è un arco di palmi 46 e mezzo di diametro, nel canale Pio, avendovi precipitosa caduta, come appare nel profilo 18. Ciò piuttosto si dovrebbe fare in vece di eseguire il progetto del Manfredi e Bertaglia, che era di fare un taglio, o cavo lungo sette miglia, compreso il canale Pedicata, di cui volevano valersi per necessità di direzione, e per risparmio di spesa, e così condurlo al mare. Imperciocchè io trovo, che nel fondo della Pedicata, che scorre al piede delle montagne, vi sono le desinenze de' massi, che costituiscono le medesime; le quali impedirebbero che il fondo non si riabbassasse dalla natura in verun tempo, quando che il bisogno presente sarebbe che potesse correre fra terra, come naturalmente l' obbligherebbe il fiume Pio, onde si risparmiassero le arginature sue alte palmi 10. Se si volesse profondare manualmente questo letto, sarebbe necessaria una spesa gravissima non contemplata dagli Autori, quantunque abbiano detto, che per allargare questo medesimo canale, e per formarne il tronco superiore, occorra la somma di scudi 58,300, con la vana speranza, che la natura possa profondare quest' alveo ad onta dei massi; il che certamente non potrà mai accadere

per la loro durezza invincibile, quasi direi fino dall' opera umana.

L' Ufente, o Portatore, che ora scorre quasi per tre miglia lungo la via Appia, si dovrà prendere per Rio freddo, o Forcellata vecchia, che è un suo diversivo, come si è detto al §. I, e riattando detto Rio per quanto basta, farlo sgorgare nel succennato pantano dell' Inferno fra le acque dell' Amaseno, intestando il tronco, che si vuole abbandonare, perchè ha il fondo duro, forse dal tartaro, come pretendono i paesani, e come sembra tentandolo con un ferro. E senza che ostasse all' intento, che si desidera, la durezza del suo letto, non si dovrebbe costituire la via Appia fra due fiumi, che ne lambissero ambe le sponde, ne impegnarsi a trarre le grandi macerie dal fondo della peschiera di Capo Selce. Inoltre lasciandolo andare pel corso suo presente, non imboccherebbe bene il ponte, per cui dovrebbe passare sotto la via Appia nel canale, o fiume Pio, e più lungo sarebbe il suo viaggio, non che più tarda l' unione coll' Amaseno.

La confluenza e spandimento di questi due fiumi nel pantano dell' Inferno, essendo essi più alti, tolti via gl' impedimenti dai tronchi loro superiori, lo rialzerebbe non poco colla deposizione della terra, che verrebbe strappata dai fondi, e dalle sponde de' confluenti, in ribassandosi, e allargandosi necessariamente per la nuova caduta precipitosa, che darebbesi a queste acque; cosicchè l' altezza di palmi 10, che di presente ha l' Inferno sopra il letto del fiume, o canale Pio, sarebbe aumentata notabilmente; e le acque medesime poi s' infilerebbero per la traccia d' una fossa retta marcata ✢ nella mappa generale num. 1; la qual fossa si profonderebbe, e allargherebbe a proporzione della forza o copia loro; e quando mai la natura tardasse troppo, o fosse lenta nel produrre questo incanalamento, si potrebbe soccorrerle coll' opera manuale, acciocchè più presto che fosse possibile, le acque tutte si ragunassero speditamente nel nuovo cavo. Questa fossa imboccherebbe appieno l' arco maggiore che pare essere stato fatto pel fine di ricevere un canale, che avesse quell' andamento medesimo.

Per conoscere se quest' opera avesse l' esito, che si desidera, ho voluto considerare lo stato del recipiente, che le sia il più svantaggioso, ed è quando sarà in piena massima. Io trovo che attribuendosi due palmi d' inclinazione per miglio alla piena del canale Pio sopra il pelo del mare, quantunque in vicinanza del medesimo, se ne deve dare assai di meno; le piene a fronte del Ponte maggiore, distanza di miglia 3, e canne 402, dello sbocco di Badino, dovranno elevarsi palmi 7 ¼; e per abbondare diremo palmi 8 sopra la superficie del mare, avuto riguardo ancora alle burrasche. La piena dell' Amaseno a Capo Cavallo è sopra il mare palmi 21, 3. Dunque le piene dell' Amaseno

sarebbero allora più basse palmi 13, 3, finchè andassero sciolte per detto pantano. Se poi si considerano incassate le acque fra le replezioni, o argini, si dovrà diminuire l' altezza della piena per quella caduta, che importano le due miglia di distanza da detto ponte a Capo Cavallo, la quale supporremo di palmi 4, cosicchè le piene in questa parte si ribasseranno dieci palmi in circa. Ciò basta perchè si dica, che le piene dell' Amaseno saranno incassate fra terra nel tratto superiore a Capo Cavallo. Così con questa piccola operazione si otterrà quell' intento, che non si potrebbe avere nel taglio indicato, non ostante la spesa enorme. Non è maraviglia se non si è pensato a questo ripiego ne' tempi andati; poichè non si erano fatte le livellazioni de' piani, e de' canali, le quali ora si hanno.

Lo stesso, o simile vantaggio accaderà nell' Ufente. Le sue piene avranno sette palmi di caduta sopra quelle dell' Amaseno allorchè sarà incassato, e spagliandosi nel pantano dell' Inferno palmi 11, così d' altrettanto si ribasseranno. Laonde non rimarrà una canna di piano affogato. Il profondamento de' letti di tutti i canali diverrà grandissimo, come facilmente deducesi dal fin qui detto; perciò non saranno necessarj argini, almeno in molti luoghi, risparmio grandissimo di spesa.

Gli scoli setini si dovranno spedire per la via presente dell' Ufente a Capo Selce, ove sono due ponti antichi di due luci per cadauno, e ciò perchè le piene del canale Pio avrebbero ivi la bassezza sufficiente, ed anche abbondante per riceverli.

Il fondo del fosso di Cisterna, e del fiume antico, o sieno li fondi maggiori dei pantani di Borgolongo, hanno grande caduta nel canale Pio o ivi s' introducano al foro d' Appio, o due miglia più abbasso, ove potrebbero esservi condotti per una fossa, che si dovrebbe abilitare; poichè i detti fondi poco sopra dal ponte di S. Felicita sono più alti del mare palmi 30, 7, come nel profilo 32. Il fondo del fiume Pio al ponte del foro d' Appio palmi 21, 3, 4; e allo sbocco della predetta fossa palmi 27, 3, 4. Da ciò apparisce, che per qualunque via si conducano queste acque al recepiente, hanno strabocchevole caduta per brevissimo tratto, di modo che converrebbe moderarla nell' escavazione.

La cavata si dovrà tagliare, come si disse, alla torre di S. Lidano; ma poichè il suo fondo è molto più alto di quello della Cavatella, e perciò le sue acque strapperebbero le rive, e il letto medesimo nel cadere; così se ne avrà speciale considerazione nel seguente paragrafo.

Gli scoli piccoli accennati nella descrizione generale s' introdurranno o immediatamente, o mediatamente nel nuovo cavo in quei punti, che la naturale loro tendenza mostrerà confacenti. Certo è che

verun canale, veruno scolo è manchevole di caduta, ma che tutti e grandi e mediocri ne hanno abbondantemente nel canale Pio, come deducesi dai profili delle livellazioni fatte e riscontrate con quella diligenza, che merita un' impresa di somma importanza, qual è il presente progetto.

Per accrescere il peso delle ragioni, che fanno commendabile la linea immaginata da Vostra Santità, è assai opportuno il provare, ch' ella ha gran rapporto colle tracce tenute dagl' antichi, che intrapresero la bonificazione, e vi riuscirono felicemente; e Dio avesse voluto, che non fossero succedute tante vicende funeste nell' Italia, guerre, invasioni di barbari, carestie, e pestilenze, come ha raccolto il celebre Muratori, che vedressimo fertile quest' agro, il quale attrae le cure generose di Vostra Santità. Io lascio da parte le testimonianze oscure, e appigliandomi a quelle, che ci porgono più chiare idee delle inalveazioni state fatte, trovo essere stata riferita da Strabone una fossa navigabile assai vicina alla via Appia, la qual fossa veniva ingrossata dalle acque palustri e fluviali certamente dell' agro pontino. *Prope Terracinam*, (dice egli lib. 5.) *qua Romam itur, juxta Viam Appiam fossa longa ducta est, quae palustribus, et fluvialibus impletur aquis, ac noctu maxime navigatur, ut qui navim vesperi intrant, mane egressi Appia via pergant.*

Trovo pure che questa fossa è stata navigata da Orazio, il quale descrivendo il suo viaggio da Roma a Brindisi, racconta essere entrato in nave al Foro d' Appio, e dopo quattro ore esserne uscito nel luogo, ove erano le acque sacre della dea Feronia, e ivi forse era stato, o ancora esserne doveva il tempio, lontano tre miglia da Terracina (lib. 1. sat. 5.):

Egressum magna me excepit Aricia Roma, ...
Inde Forum Appj differtum nautis, ...
Quarta vix demum exponimur hora,
Ora manusque tua lavimus, Feronia, lympha,
Millia tum pransi tria repimus atque subimus
Impositum saxis late candentibus Anxur.

Essendo poi certo, che Augusto eseguì la bonificazione con felice riuscita, come deducesi da Orazio, (de art. poet. v. 65.) e come commenta Acrone, pare assolutamente, che opera di lui fosse la suddetta fossa; poichè Strabone e Orazio vivevano in quel tempo.

A queste indicazioni aggiungasi quella, che si deduce dalla lapide famosa di Teoderico esistente in Terracina, riferita da tutti i moderni, che hanno trattato della palude, e da me letta sul luogo; per la qual lapide sappiamo, che Decio senator Romano, ottenuta da Teodorico la facoltà d' intraprendere la bonificazione dell' agro pontino, restituì la via Appia, ed asciugò i luoghi adiacenti,

certamente per qualche canale spiccato dai Tre Ponti, e condotto lungo la via verso Terracina, raccogliendovi tutte le acque, che provenivano dall' una, e dall' altra parte della medesima via Appia. Questo canale fu appellato Decennovio, perchè probabilmente dovea costeggiare la suddetta via per miglia 19, e verisimilmente parlandosi di quel tratto medesimo di strada, che fu fatto da Traiano, o che viene chiaramente espresso nella seguente lapide raccolta dal Grutero (pag. MXIX. 8.):

X. IMP. CAESAR. DIVI. NERVAE
FILIVS . NERVA . TRAIANVS . AVG.
GERMANICVS . DACIVS . PONT. MAX.
TRIB. POT. XIV. IMP. VI.
COS. V. PP. XVIV. SILICE
SVA. PECVNIA. STRAVIT

Il nome di Decennovio prima di Teodorico era proprio solamente di questo tratto di via Appia, come dichiara il dottissimo Fabretti colle seguenti parole (de Columna Traiani cap. 9, pag. 291.): *Nota numeralis* XVIV. *in hoc eodem lapide (id quod neminem adhuc advertisse vidi) significat, ut puto, spatium illud Paludibus obsitum in inscriptione Theodorici Regis apud Gruterum pag.* CLII. 8, *et Epistolis Cassiodori* XXXII. et XXXIII. *lib.* II. *Decennovium vocatum, ita ut non ita novum, et tempore Procopii contingens sit istud Decennovii pro Palude Pomptina seu illius portione vocabulum, ut Cluverio in sua Ital. antiq. lib. III. cap. VII. pag.* 1007. *visum fuit*.

Alcuni hanno pensato, che il fiume Decennovio fosse l' Ufente, ma hanno preso un abbaglio; poichè l' Ufente non poteva essere spiccato da' Tre Ponti, che sono in parte assai lontana dalla sua origine, come si scorge nella mappa generale segnata num. 1, e che sono in situazione più alta palmi 20; il che apparisce nei profili 19 e 26.

Inoltre riferisce Procopio, che i Goti si erano accampati a Regeta, il qual luogo era irrigato dal Decennovio. Questo luogo è adiacente alla via Appia nella parte chiamata S. Giacomo, molte miglia lontano dall' Ufente, non essendo distante dal Foro d' Appio all' ingiù, che meno di quattro miglia. Ecco le parole dello storico (de Bel. Goth. lib. 1. cap. 11.): *Ubi nuntius venit captam esse Neapolim, horum omnium culpam in ipsum (Theodatum) conjicientes, in locum coiere, qui Roma CCLXXX. stadiis distat, et a Romanis Regeta dicitur. Is castris commodissimus visus est; quod multa habeat equorum pascua, ac rigetur fluvio, quem indigenae latino vocabulo Decennovium ideo apellant, quia decursis XIX. milliaribus, quae stadia conficiunt CXIV., in mare influit ad urbem Terracinam, monti proximam Circeo*.

Da tutto ciò si raccoglie, che la linea Pia condotta lungo la via Appia è uniforme alle tracce tenute dagli antichi nelle intraprese bonificazioni; cosicchè se l' agro pontino è stato altre volte disseccato per questa strada, non si dovrà dubitare, che non sia per poter esserlo di nuovo, tanto più che ora è cancellata dagli animi la massima perniciosa di disunire e condurre per più vie al termine le acque.

§. VI. *Metodo di eseguire i lavori attinenti alla Linea Pia, colla spesa occorrente.*

Per eseguire l' operazione, prima d' ogni cosa è necessario d' impedire, che le acque non coprino quel terreno, pel quale si vuol fare l' escavazione. Pertanto si farà subito demolire la peschiera di Canzo, che fa uscire le acque dall' Ufente: indi svellere le cannucchiate di tutte l' altre peschiere, e aprire in una dell' estremità le soglie per dare qualche sfogo alla corrente, affinchè non trabocchi dalle sponde; e così si potrà lavorare all' asciutto, e aspettare il tempo più opportuno di distruggere affatto le peschiere.

Si dovranno estrarre le macerie, che sono sotto il Ponte maggiore, acciocchè l' Amaseno e l' Ufente possano passare senza attraversare la via Appia. Poi si dovrà costruire l' argine superiormente al pantano dell' Inferno, spiccandolo da quello dell' Amaseno, e congiungendolo all' altro della Scaravazza opposto. Chiudere il Canalone della Conella per impedire qualunque diversione dell' Amaseno: tagliare l' alveo del Canalone Gabrielli, o Scaravazza, superiormente a detto argine trasversale per isfogo alle piovane della campagna, ch' è fra detto Canalone e l' Amaseno; otturare una chiavica sotterranea al fondo di detta Scaravazza, che ora fa passare le acque dell' Inferno al di là della medesima; e spurgare la fossa, che fende il pantano suddetto; poscia tagliare l' argine dell' Amaseno, acciocchè vi si scarichi. Dopo si dovrà abilitare Rio freddo, e intestarlo all' imboccatura dell' Ufente. Riattare la fossa della torre, e rialzare i suoi argini ove occorra, perchè possa portare la Cavata e la Cavatella, che vi s' introdurranno alla torre di S. Lidano, e vi si lasceranno correre fino a tanto che sarà terminato il lavoro della linea Pia.

La fossa suddetta passando per un pantano, e portando la materia del ribassamento e allargamento, che si farebbe naturalmente ne' suoi influenti per la loro precipitosa caduta, potrebbe rialzare il pantano medesimo, se si tagliasse, oppure si lasciasse aperto l' argine suo destro. E anzi per accrescere il rialzamento indicato, e per risparmiare la spesa, si dovrebbero scaricare le sponde della Cavata, e del Fosso di Cisterna nella corrente, e così non si avrebbe da trasportare la terra a mano nei lati. Sarebbe ancora necessario, che si

tagliasse, ove occorresse, l'argine, o per meglio dire, sponda destra della Cavata, per introdurvi le acque del fosso di Cisterna, e quello del pantano di Borgolongo. Resterebbero da impedirsi le acque devianti dal fiume Sisto, le quali potrebbero turbare l'opera; perciò si dovranno chiudere le varie bocchette, che derivano le acque medesime nella parte della palude. Questo provvedimento sarebbe di somma necessità, perchè si potesse intraprendere, ed eseguire l'opera della bonificazione contenuta nei lavori che seguono.

Si dovrebbe incominciare l'escavazione dal Ponte maggiore, e fino a Capo Selce, tratto di miglia due, e canne 332; formare un argine nel lato destro di altezza palmi 5, poichè sarebbe difficile giungere coll'escavamento fino alla cadente, ch'è sotto il pelo basso del mare; onde si dovrebbe supplire alla mancanza della profondità con alcun riparo sopra terra. Questo piccol argine sarebbe poi inutile, quando le acque avessero necessariamente diminuita la cadente a proporzione del loro alzamento.

Da Capo Selce fino al Ponte del Foro d'Appio, si allargherebbe la Cavatella pel tratto di miglia 5, e canne 132, dalla parte destra palmi 20. ragguagliatamente, perchè avesse palmi 60. di larghezza uniforme al residuo del canale. Si dovrebbe allargare e profondare la fossa di S. Giacomo, che come si disse è lunga miglia 4, e canne 70; e formare del tutto quell'altro tratto di miglia 2, e canne 110, che si congiunge al ponte del Foro d'Appio, termine della linea Pia, cacciando la terra superflua nella parte opposta della via Appia. D'indi fino alla torre di S. Lidano si dovrebbe ampliare ed espurgare per alcun poco la Cavatella, supponendosi già, che la Cavata sia stata abilitata nel tempo ch'entrava nella fossa della torre.

Quantunque il direttore di questi lavori dovesse mai sempre contenersi nell'ordine prescritto delle cose, che fossero state approvate dalla podestà suprema; nulladimeno gli sarebbero necessarj alcuni arbitrj, per esempio di poter cangiare l'andamento di qualche solco minore, o la misura di alcun argine, e di poterne costruire qualche altro di poca mole; giacchè potrebbe essere, che non si fossero conosciuti tutti i piccoli rimedj, che conducono alla perfezione totale dell'opera. Ho voluto notar questo, perchè lo scoprimento più intimo del fatto potrebbe esigere dal direttore qualche deliberazione istantanea, massimamente che la palude in alcuni luoghi è stata inaccessibile in tempo della visita per la folta boscaglia, e perchè l'acqua non era sufficiente a passarvi col Sandalo: ma per altro in quanto alle cose massime, e alle grandi, non si dovrebbe cangiare in verun modo l'idea del sistema proposto. A tutto ciò resta da soggiungersi il calcolo della spesa dedotto dal merito de' lavori; a segno però, che pecchi piuttosto per eccesso, che per difetto.

Calcolo della spesa totale de' suddetti lavori.

Tratto dalle macerie al mare da ripulirsi, e demolizione della chiusa di Canzo . . . . Sc.	1500
Taglio dell'Amaseno e dell'Ufente, Argine trasversale nel pantano dell'Inferno, ed Estrazione delle Macerie di sotto al Ponte maggiore . . . . ,,	7200
Cavatella, Cavata, e Fosso della Torre da ripulirsi . . ,,	5000
Due tratti nuovi di lunghezza canne 3110, canne cubiche 15550, a scudo uno la canna . . . . ,,	15550
Adattamento della Cavatella, e Fossa di S. Giacomo, tratto di lunghezza canne 6205, canne cubiche 20684 . . ,,	20684
Protrazione del Fosso di Cisterna di lunghezza canne 2000, canne cubiche 1334 . . . . ,,	1334
Scoli, e Canali subalterni per miglia 40 in circa da risarcirsi . . . . ,,	26680
Risarcimento di Ponti . . . . ,,	1500
Arnesi, Casoni, e Ministero . . . . ,,	20000
Casi non pensati . . . . ,,	6000
L'importo intero ascende a scudi Rom.	105448

§. VII. *Della navigazione per la Linea Pia, e del modo di produrla al Porto di Terracina.*

La perennità e la copia dell'acque, che sarebbero ragunate nel cavo di questa linea, la direzione retta, il corso libero e regolato, e la comunicazione immediata col mare, invitano la cura del Sovrano a rimuovere gli ostacoli, che impedirebbero una navigazione reale ed utilissima. Il porto di Terracina sembra situato in modo, per cui si possano avere tutti i predetti vantaggi, siccome abbiamo osservato nel viaggio per la linea divisata; purchè però sia facile il rimuovere certi inconvenienti, che potrebbero difficoltare, o impedire la navigazione. Ottenuta questa, si acquisterà nella parte più bella dell'Italia un paese rarissimo; poichè siccome per la fertilità, così pel commercio, non la cederà a verun altro. Le forze sue interne ridondabili dalla somma feracità del piano, non che dall'industria degli abitatori eccitata dalle dette prerogative, saranno materia inestinguibile, e fondamento solido di quel commercio, che appoggiato solamente alle arti, che servono semplicemente al lusso, e lo fomentano, è sempre in pericolo di ruinare, e perciò spesso è efimerala sua ricchezza.

Qui abbonderanno quei generi, che appellandosi, e veracemente

essendo di prima necessità agli uomini, saranno cercati dagli esteri, e arricchiranno non solamente il paese stesso, che li produce, ma eziandio Roma, che gli avrà promossi. Vostra Santità, che fa spiccare la sua gloria nella cura universale della Chiesa, la farà splendere ancora nella felicità de' suoi stati per li provvedimenti, che medita a' loro bisogni; ed io verrò parlando del modo e dell' esito della navigazione per ubbidire agli altissimi suoi comandi.

Descrizione del Porto di Terracina, o sia stato suo presente.

Questo porto è una fabbrica esistente fino da' tempi migliori della repubblica: è di figura circolare, e la lunghezza del suo contorno è di canne 550. Sporge nel golfo per due terzi. Dalla parte esterna il molo ha una scarpa inclinatissima, e una platea molto entrante, munita d' una scogliera interrotta; e nella parte interna è perpendicolare, ed ha una serie di modiglioni di marmo forati, a' quali si raccomandavano i navigli. Questo molo è un muro circolare, che per la sua robustezza sembra di getto. La parte superiore è stata demolita, fuorchè per la lunghezza di poche canne. Ov' è intatto è alto sopra il mare palmi 15, e ov' è ribassato, palmi 8 ragguagliatamente. I suoi modiglioni stanno sopra l' orizzontale comune del mare palmi 6, 5, 10. La bocca del porto è rivolta verso un monte assai alto, dalla cui base si alza un sasso appellato Pisco montano, tagliato con arte a foggia di torre; e perciò forse doveva essere il faro in que' tempi. Questo monte ne ripara l' ingresso dai venti, che gonfiano d' infra levante e tramontana. Nella cima del sasso stanzia un piccol presidio di soldati muniti d' attrezzi da guerra per guardare la spiaggia tirrena. Nel muro circolare, o sia molo, sono tre bocche fatte a mano, una delle quali per dare ingresso ad un fiume navigabile, che vi doveva entrare, vedendosi ancora una sua sponda di vivo costrutta con sassi di lunghezza alcuni perfino di palmi 13. L' altre bocche sono state fatte per dare sfogo alle acque, che dopo il disuso del porto vi si radunavano, e che tuttora vi sono portate dal fiumicello detto di Terracina, ch' è uno sfioratore dell' Ufante. Queste due ultime sono di lunghezza di tre canne in circa per cadauna, e hanno il piano orizzontale al pelo basso del mare; sicchè per ogni burrasca e flusso, le onde entrano nel porto. Il molo è di larghezza di canne 7 nella sommità, e doveva esservi sopra un loggiale, vedendovisi degli avanzi di colonne di marmo, e delle basi, non che dei pezzi d' arco prosternati nel terreno, e dei gradini, pei quali vi si dovea ascendere.

L' area del porto è stata interrita dal mare, eccettuatane una striscia tenuta e scavata dall' accennato fiumicello. Per altro l' interrimento

non è distribuito equabilmente; ma nel mezzo dell' area resta una laguna, e in altre parti vi sono delle alture, e singolarmente una coltivata, e coperta d' aranci. Appena fuori del molo dalla parte di ponente esiste un promontorio alto per modo, che essendo appoggiato al muro circondario, o sia molo, parte della sua terra è slamata entro l' area descritta. Il muro di questo porto è di sassi durissimi, e di tale solidità, che sembra impossibile, che dal tempo possa rimanere distrutto.

Dell' interrimento nell' area del Molo.

L' interrimento, che si scorge nel vano, o sia area del molo, è stato prodotto dal mare, checchè ne abbian detto alcuni, i quali hanno preteso che i fiumi, che vi s' introducevano pel canale antico della navigazione, abbianvi deposta quella materia, che l' occupa. Ma osservando io diligentemente il fatto, e richiamando a memoria l' indole de' fiumi medesimi, che vi mettevano, trovo che si sono ingannati. Poichè la materia occupante è tutta arena mescolata con infinito numero di conchiglie, eccettuatane la parte ruinata dal promontorio anzidetto, e una piccolissima porzione di altra materia deposta da un lento fossetto, che verso la derivazione se la strappa dà una collina. Il mare v' entra da ogni banda a tempo di burrasca, fuorchè per la parte intatta del muro, e continuamente nel suo flusso per bocche già descritte, e non esce che lentamente a proporzione dell' impeto, con cui vi si slanciano le onde; il che persuade, che il mare ogni volta vi avrà lasciato qualche strato di materia.

Quelli, che hanno detto essere stata opera delle acque fluviali la replezione del molo, non hanno recato nessun argomento certo, perchè loro si dia credito. Si sono appoggiati ad alcuni indizj assai lontani, ed a congetture affatto ipotetiche. Hanno detto che il promontorio indicato sia una massa stata formata cogli escavamenti eccessivi, che far dovevano i Romani nel porto per le deposizioni continue de' fiumi; e che l' abbondanza delle medesime superando le forze umane, eglino abbandonassero l' impresa e la cura di questa navigazione. Ma io veggo, che il fatto e la ragione stanno loro contro: imperciocchè chi potrà giudicare, che il Tumoleto, che ad essi porge tanto lume per le loro congetture, non sia stato prodotto in una sola volta, allorquando dovette farsi l' ampiezza del molo, oppure che non sia un monticello ingenito del continente? Io ho gran fondamento di credere, che niente, o almeno pochissimo le acque fluviali interrissero il porto. La caduta naturale, che avrebbero avuta per l' inclinazione del piano, su cui scorrevano; la chiamata, che avrebbero

sentita, dei riflussi, o recessi del mare; e sopra tutto la loro chiarezza, persuadono in contrario. Ed in fatti se io voglio indagare quanto questo porto sia stato usato dagli antichi, trovo che per secoli sia stato felicemente praticato; poichè i forami de' modiglioni sono tanto incavati dalle funi, che vi si appiccavano, quant' è la grossezza delle funi ordinarie de' navigli. Questo incavamento non poteva formarsi che per uso lunghissimo e frequente di legni, che vi approdassero. Inoltre non è da credersi, che gli antichi avessero eretti degli edificj sontuosi nella sommità del molo, o sia muraglione circolare, prima che non avessero esperimentato il porto medesimo, e veduto il fine, che avrebbe avuta la navigazione.

È cosa generalmente saputa, che l'arte idrostatica in que' tempi era affatto bambina in quanto al regolamento de' fiumi, con tutto che si sapessero, o per meglio dire si vedessero le loro tendenze ed effetti. Era fra le altre leggi dell'arte ignorata comunemente quella, ch' è la principale, la quale prescrive l' unione delle acque, so far si possa, in un corpo solo, e spedirle per unico canale al termine: anzi credevano gli antichi senza distinzione, che scemando la forza diretta alle acque colla divisione, quelle fossero meno pericolose ai cavi, e quindi anche alle campagne, come ne fanno prova i molti ponti costrutti sotto la via Appia. Ma l' esperienza ne ha tratto d' inganno; poichè si è veduto, che la maggior sicurezza de' fiumi, e de' piani è riposta nello sgombro sollecito delle acque, il quale ha gran proporzione colla quantità del volume loro. Quella massima antica faceva, che venissero inondate delle parti, che naturalmente non lo avrebbero dovuto esserlo.

Quindi applicandosi al caso presente questa dottrina di fatto e di ragione, si potrà asserire con fermezza, che gli antichi temendo piuttosto la velocità delle acque che la lentezza, ne deviassero gran parte dal canale della navigazione, e la tramandassero per altre vie al mare, come sembra probabile, che dalla fossa indicata da Strabone nel lib. 5, quella di Nerone, con altre, delle quali ne restano vestigia, fossero diversive dalle acque. Certo è, che dovettero contribuire nel canale della navigazione dal porto all' insù le sponde di vivo per lungo tratto, come si è accennato di sopra; tanta doveva essere la forza del fiume, che facesse strappamento notabile dalle rive. Queste deduzioni inducono fondamento, perchè si creda assolutamente, che il porto non venisse in disuso, come alcuni hanno preteso, per essersi interrito, ma bensì che il disuso sia stata la causa, per cui siasi interrito.

L' origine poi di questo disuso può riconoscersi dalle continue guerre de' Romani cogli esteri, e con se medesimi. Ma quantunque non si voglia ciò accordare, non per questo se ne potrà addurre

l' interrimento: imperciocchè questo avrebbe dovuto farsi non solamente nell' interno, ma ancora nell' esterno del molo, o contorno; quando che al di fuori del muro vi sono 14 in 15 palmi d' acqua ragguagliatamente. E che? Il fiume Giuliano, che mette in mare a Badino, portando le acque dell' Amaseno, e degli altri canali della palude, avrebbe dovuto far terra almeno ne' fianchi dello sbocco; oppure la torre, che è vicinissima allo stesso, viene bagnata, e percossa dall' acqua del mare. Dunque il fatto persuade, che non solo il canale escavasse, ma che nemmenò fosse sensibilmente torbido, mentre avrebbe prodotta escavazione a fronte della bocca dell' ingresso nel porto, ed avrebbe interrito all' intorno del molo il fondo del mare: ordinario effetto di tutti i fiumi torbidi, che sboccano dai porti, come accadde in quello di Traiano ad Ostia, nel quale le torbide del fiume occuparono il fondo del mare, colle deposizioni materie, e vi fecero gran terra. Questi argomenti di fatto e di ragione fanno credere, che il porto, riattato che fosse, risponderebbe ai desiderj del sovrano, che risguardano la ricchezza dello stato, e la felicità de' sudditi.

De' Lavori da farsi nel Porto.

Il primo lavoro da farsi sarebbe l' alzamento del muro circondario dai palmi 8 fino ai palmi 15, che è l' altezza di quella parte, che resta intatta. La lunghezza di questo rialzamento è di canne 530 in circa, e la grossezza è di canne 7. Si dovrebbe ancora fare un ridosso di pietra, o tufo di Napoli, alla parte esterna del muro andantemente per la grossezza di palmi 3 dal fondo fino alla sommità, essendo logorata in ogni luogo. Nella stessa occasione si dovrebbero murare le due bocchette, o rotture, che sono di larghezza canne 3 l' una, e di altezza fino dal pelo basso del mare; e dal lembo esterno della sommità formare il parapetto, che dovrebbe essere per lo meno grosso palmi 4.

Risarcito il circondario, converrebbe, che si producessero gli estremi della bocca del porto, quello dalla parte del mare per la lunghezza di canne dieci, e quello dalla parte del continente di canne quattro dai fondamenti, che vi sono, fino alla totale altezza del molo, e colla grossezza seguente. Questo restringimento sarebbe causa, che il mare rifluisse con maggior forza dall' area del molo, e così seco traesse le arene, che vi avesse gettate col flusso. Dopo si dovrebbe allargare la bocca, per cui s' introduceva il canale antico, e s' introdurrebbe il nuovo, per dare ingresso più libero alle acque, non che più ampio alle navi da trasporto. Questo allargamento deve ridursi sino a palmi 80, come la determinano il Manfredi e il Bertaglia;

La scogliera, che è intorno alla parte del cerchio esposta al mare, è assai mancante; perciò, fatta diligente osservazione, le dovrebbero essere aggiunti pezzi otto per canna ragguagliatamente: cosicchè essendo la sua lunghezza di canne 300, i pezzi dovrebbero essere 2,400, i quali si potrebbero staccare dal monte opposto alla bocca del porto.

Per ultimo converrebbe, che si facesse un' apertura di palmi 4 nel muro, o molo, dalla parte del continente, a portata di ricevere le acque del canale detto Mortacino, munita di ventola, acciocchè il flusso del mare non s' introducesse pel canale medesimo; il quale siccome passa per una piccola striscia di terreno assai bassa adiacente al littorale; il che può vedersi nei profili 2 e 3; così non potrebbe aver l' ingresso nel canale della navigazione, nè tampoco nel fiume Giuliano alla foce di Badino, che verrebbe ostrutta dal mare. E poichè queste acque sarebbero puramente piovane, e scolaticcie della campagna, non produrrebbero nessuno interrimento nel fondo del loro alveo, non ostante la scarsissima caduta.

Del canale della navigazione.

Risarcito il molo, si dovrà incominciare il canale della navigazione dalla foce del mare, facendo un taglio nel riempimento, che imboccasse la porta, per cui anticamente entravano le navi; e producendolo per la conca del canale antico, che è di lunghezza di un miglio incirca, condurlo fino al ponte maggiore, tratto di canne 2,706, distribuendosi la terra in ispalto, che servirà di arginatura ove occorra.

Questo canale dovrà avere una luce di palmi 80 per l' aggiunta dei fiumi inferiori al suddetto ponte, e una profondità corrispondente almeno al pelo basso del mare, estraendosi le macerie, che si scoprissero, acciocchè la natura potesse produrre l' effetto totale, che si desidera, cioè l' escavamento maggiore del fondo.

Il ponte, che è sotto la via di Badino, a cui il Manfredi e il Bertaglia hanno proposto di aggiungere due archi, tornerebbe meglio, che si demolisse, acciocchè potessero passare le navi cogli alberi, e supplire colle barche al passaggio trasversale, come si fa a Badino.

Per raccogliere le acque del fosso setino con questo canale, sarebbe necessario che si facesse un regolatore, il quale dasse ingresso alle medesime nel recipiente, e impedisse che quelle del recipiente non rigurgitassero per detto fosso. Quest' opera sarebbe facile, e di pochissima spesa, poichè si dovrebbe solamente chiudere con un muro il ponte, che è sotto la via Appia, per cui passa lo stesso fosso, lasciandovi una bocca di palmi 5 di altezza, e di 4 di larghezza, e

munendola di ventola. Si dovrebbero ancora chiudere tutti quegli archi, o ponti inutili, che sono sotto la via Appia, acciocchè le acque del cavo non vi s' introducessero, ne apportassero danno ai piani laterali.

Questo canale condotto a sboccare nel porto, per la sua forza e velocità avrebbe per se stesso da sgombrare in gran parte l' interrimento del molo, e aprire un ampio seno, come fanno naturalmente tutti i fiumi nello sboccare in mare, che fosse capace di molti navigli.

Se si volesse prolungare la navigazione dal ponte Appio all' insù, si dovrebbero fare dei sostegni per diminuire la forza e velocità della corrente, acciocchè si potessero condurre le navi contro la corrente medesima. Non si è cercato quanti sostegni fossero necessarj, nè si cerca nel calcolo la loro spesa, perchè si dovrebbe prima determinare il prolungamento medesimo della navigazione, e stabilire i punti ne' quali i sostegni fossero da erigersi, perchè se ne potesse dedurre, il numero. Pare che questi lavori farebbero ricuperare il porto antico di Terracina, e non impedirebbero la facilità dello sfogo delle acque, che da lontanissimo tempo occupano l' agro Pontino con grave danno del principato e de' sudditi.

Calcolo della spesa occorrente.

Per Escavazione del Porto fino al Ponte maggiore, tratto di canne 2,706, canne cubiche 10,824, sc. 1. . . .	Sc.	10824
Restaurazione del Circondario, o sia Molo, da farsi con sassi e calce per canne cubiche 3,920, a scudi 14, compreso l' importo de' legnami	„	54880
Regolatore al Ponte settino	„	500
Pezzi mancanti nella Scogliera 2,400, a sc. 1 : 50 . .	„	3600
Ministro, arnesi, e casi impensati	„	3000
La spesa totale ascende a scudi Rom.		72804

Tutto ciò che ho riferito sì in riguardo al modo di provvedere delle acque, che a quello di istituire una grossa navigazione, l' ho dedotto dai suggerimenti sapientissimi di Vostra Santità, che corrispondono all' esigenza del fatto. Ho usato tutta quella diligenza, che ho potuto, nel fare le osservazioni, e prendere le misure per avere dati certi e sicuri, a' quali potessi appoggiare il giudizio senza timore di errare. Tuttavia poichè si tratta di opere di grandissima importanza, degne del Nome Vostro, supplico la somma Vostra clemenza a far rivedere questo mio voto da uomini più abili di me, acciocchè

se io avessi commesso alcun errore, venga emendato per soddisfazione pienissima di Vostra Santità, dalla quale implorando di nuovo l' apostolica benedizione, il suo ossequiosissimo Servo e Suddito fedelissimo Gaetano Rappini si prostra al bacio de' santissimi piedi.

INDICE

DEGLI OPUSCOLI CONTENUTI IN QUESTO VOLUME.

H
G
F
M

Spaccato per la Larghezza della Botte.
Fig. 4.

E m M h H A g n D N G B f F C

Fig. 7.

a b a a b c d e